

**Національний технічний університет України**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені Ігоря Сікорського»**

МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 621.7.067

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ю.В.Петраков  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 2019 р.

**Магістерська дисертація**  
**на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності **131. Прикладна механіка. Технології машинобудування**  
(код і назва спеціальності)

на тему: **“Автоматизований розрахунок параметрів допоміжного технологічного обладнання”**

Виконав (-ла): студент (-ка) 2 курсу, групи **МТ-381мп**  
(шифр групи)

Когунь Андрій Вячеславович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., доцент Лапковський С.В.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент доцент, к.т.н., доцент Кравець О.М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

## РЕФЕРАТ

Когунь А. В. Автоматизований розрахунок параметрів допоміжного технологічного обладнання: магістерська дис.: 131. Прикладна механіка. Технології машинобудування/ Когунь Андрій Вячеславович. — Київ, 2019. — 69 с.

Магістерська дисертація містить 69 сторінок, 32 рисунка, 23 таблиць, 18 літературних джерел.

Актуальність теми: дотепер методологічний аспект автоматизованого розрахунку параметрів допоміжного технологічного обладнання ще не відпрацьований.

Метою та задачами дослідження є зменшення трудомісткості розрахунку та вірогідності прийняття помилкових рішень при вирішенні задач проектування допоміжного технологічного обладнання.

Об'єктом дослідження є допоміжне технологічне обладнання.

Предметом дослідження є технічні та конструктивні параметри допоміжного технологічного обладнання.

Наукова новизна отриманих результатів:

— розроблена методика розрахунку параметрів допоміжного технологічного обладнання, яка може використовуватися студентами машинобудівних спеціальностей при курсовому та дипломному проектуванні;

— створено програмний засіб для автоматизованого розрахунку параметрів допоміжного технологічного обладнання.

За темою магістерської дисертації було опубліковано дві наукові публікації, обидві за кордоном.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, РОЗРАХУНОК, ПАРАМЕТРИ, ДОПОМІЖНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, ДЕТАЛЬ, КОНВЕЄР, ЛОТОК-СКОВЗАЛО.

## ABSTRACT

The master's degree dissertation contains 69 pages, 32 figures, 23 tables, 18 literary sources.

Relevance of the topic: the methodological aspect of the automated calculation of the parameters of auxiliary technological equipment has not yet been worked out.

The purpose and objectives of the study is to reduce the complexity of the calculation and the likelihood of making erroneous decisions when solving problems of designing auxiliary technological equipment.

The object of research is auxiliary technological equipment.

The subject of the study is the technical and constructive parameters of auxiliary technological equipment.

Scientific novelty of the results:

- developed a method of calculating the parameters of auxiliary technological equipment, which can be used by students of machine-building specialties at course and graduation design;

- created a software for the automated calculation parameters of auxiliary technological equipment.

Two scientific articles were published on the topic of the master's degree dissertation, both abroad.

AUTOMATION, CALCULATION, PARAMETERS, AUXILIARY TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, PART, CONVEYOR, SLIDE-WAYS.

## ЗМІСТ

	стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	7
1 ДОПОМІЖНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА ЛАНКА У СТРУКТУРІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА	8
1.1 Техніко-економічний аспект автоматизації машинобудівного виробництва	8
1.2 Сучасні проблеми автоматизації машинобудівного виробництва	16
1.3 Класифікація допоміжного технологічного обладнання	22
1.4 Висновки по розділу	27
2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ДОПОМІЖНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	28
2.1 Вимоги до конструкції деталей, які транспортуються автоматично	28
2.2 Розрахунок висоти бортів транспортних лотків	31
2.3 Розрахунок параметрів дводілянкового лотка-сковзала	35
2.4 Розрахунок параметрів пневмоконвейєра	37
2.5 Висновки по розділу	41
3 АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ДОПОМІЖНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	42
3.1 Автоматизація розрахунку параметрів транспортних лотків	43
3.2 Автоматизація розрахунку параметрів дводілянкового лотка-сковзала	46
3.3 Автоматизація розрахунку параметрів пневмоконвейєра	48
3.4 Висновки по розділу	49
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	50
ВИСНОВКИ	64
ДОДАТКИ	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АВ	— автоматизоване виробництво;
АТО	— автоматизоване технологічне обладнання;
ВП	— виробничий процес;
ЛСк	— лоток-сковзало;
ДТО	— допоміжне технологічне обладнання;
НТП	— науково-технічний прогрес;
ОТО	— основне технологічне обладнання;
ПнК	— пневмоконвейєр;
ТЛ	— транспортний лоток;
ТО	— технологічне обладнання;
ТП	— технологічний процес;
ТПВ	— технологічне підготування виробництва.

## ВСТУП

Сучасні економічні умови висувають перед вітчизняним машинобудуванням широкий спектр складних задач, від вирішення яких залежить розвиток усієї держави. Доцільність докорінних змін та перетворень у сучасному машинобудуванні, насамперед, продиктовані швидкою змінюваністю об'єктів виробництва та високими темпами розвитку науково-технічного прогресу (НТП).

Процес розроблення технологічних процесів (ТП) відноситься до такого типу проектних задач, у яких кінцевий результат конкретно залежить від правильності прийняття рішень на кожній стадії проектування. В усій множині проектних задач, які необхідно розв'язувати при розробленні ТП, вибір технологічного обладнання (ТО) та його параметрів займає дуже важливе місце, так як він безпосередньо впливає на ефективність всіх отриманих результатів проектування. Вибір ТО для організації машинобудівного виробництва є дуже складною задачею, так як для її вирішення необхідні і багатий багаж накопиченого досвіду, і хороша інженерна підготовка, і спеціальні професійні навички. Як і основне ТО (ОТО), допоміжне ТО (ДТО) є тією важливою ланкою машинобудівного виробництва, яка визначає або невдачі та збитки, або успіхи та прибуток підприємства після впровадження розробленого ТП виготовлення нової продукції.

На підприємствах машинобудування ДТО представлено цілою гамою пристроїв подавання, орієнтуючих, транспортних, накопичувальних, контрольних та інших пристроїв, які призначені для виконання різноманітних важливих технологічних завдань, і разом складають багатокomпонентний технологічний комплекс сучасного машинобудівного виробництва.

На підставі того, що дотепер методологічний підхід до вирішення задачі вибору ДТО та його параметрів ще недостатньо розроблений і на підставі всього вищесказаного, можна з упевненістю зробити наступний висновок: вибір ДТО та параметрів останнього є дуже актуальною задачею і підходити до її вирішення необхідно з особливими відповідальністю та увагою.

## 1 ДОПОМІЖНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА ЛАНКА У СТРУКТУРІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 1.1 Техніко-економічний аспект автоматизації машинобудівного виробництва

Зараз не виникає жодного сумніву той факт, що автоматизація — це безальтернативний шлях розвитку як машинобудівного виробництва, так і усіх галузей промисловості в цілому. Автоматизація у машинобудуванні служить найважливішим засобом підвищення ефективності виробництва, так як забезпечує стабільно високу якість продукції при значній продуктивності праці і економічності всього ТП [11].

Автоматизація ТП повинна проводитися в тому випадку, коли вона дає економічний ефект, в цьому випадку кошти на автоматизацію отримуються внаслідок покращення якості продукції, зменшення кількості бракованої продукції, підвищення продуктивності праці [11].

Основними передумовами проведення автоматизації ТП є забезпечення необхідної точності та якості виробів на автоматизованому ТО (АТО) при зменшенні собівартості виготовлення у порівнянні із собівартістю оброблення та складання на універсальному обладнанні і при окупності грошових вкладень на автоматизацію у визначені терміни [11].

Функції робочого на автоматизованому виробництві (АВ) — контроль за роботою обладнання, усунення відхилень від заданого процесу (підналагодження), переналагодження обладнання на випуск нової продукції [11].

В умовах АВ робітникам не потрібно приймати безпосередню участь у виготовленні кожного виробу — у звільнений час він виконує функції по обслуговуванню автоматичного обладнання. При цьому робочий отримує більш високу кваліфікацію, він стає наладчиком, за рахунок чого стирається межа між робочим та інженерно-технічним працівником [11].

На сучасному рівні НТП основною формою виробництва стає АВ, причому, не тільки масове, але і серійне. Будь-які неавтоматизовані ТП слід розглядати як тимчасові вимушені рішення, коли за конкретних умов виробництва ще не з'явилися техніко-економічні передумови для автоматизації [11].

Рішення задач комплексної автоматизації вимагає не тільки цілеспрямованої діяльності інженерно-технічних працівників і робітників, а й дуже серйозного наукового пророблення питань у цій області; звідси — формування науково-теоретичних основ комплексної автоматизації як самостійного комплексу наукових напрямків зі специфічними науково-методичними основами і математичним апаратом розрахунку і аналізу [11]. Це зумовлено тим, що найважливіші завдання автоматизації на рівні створення машин-автоматів та їх систем вирішуються не тільки на основі традиційних міцнісних, кінематичних та технологічних розрахунків, а й, перш за все, за критеріями продуктивності, надійності, економічної ефективності [11].

Наукові основи комплексної автоматизації містять такі основні напрями (рис. 1.1) [11]:

- теорію керованих ТП, включаючи питання диференціації та концентрації операцій, адаптивного управління режимами, тощо;
- теорію функціонального та структурного аналізу технологічних операцій та АТО;
- теорію проектування систем автоматичного регулювання та управління машин-автоматів та їх систем;
- наукові основи розрахунку та конструювання цільових механізмів і пристроїв, технологічного оснащення та пристосувань;
- теорію оптимального проектування машин-автоматів та їх систем, перш за все, багатопараметричного синтезу структурно-компонувальних варіантів на ранніх етапах проектування;
- наукові основи високопродуктивної та високоефективної експлуатації АТО, тощо [11].

Розвиток науково-теоретичних основ комплексної автоматизації виробництва дозволяє вирішувати такі основні завдання (рис. 1.2) [11]:





Рисунок 1.1 – Структура основних напрямів наукових основ комплексної автоматизації

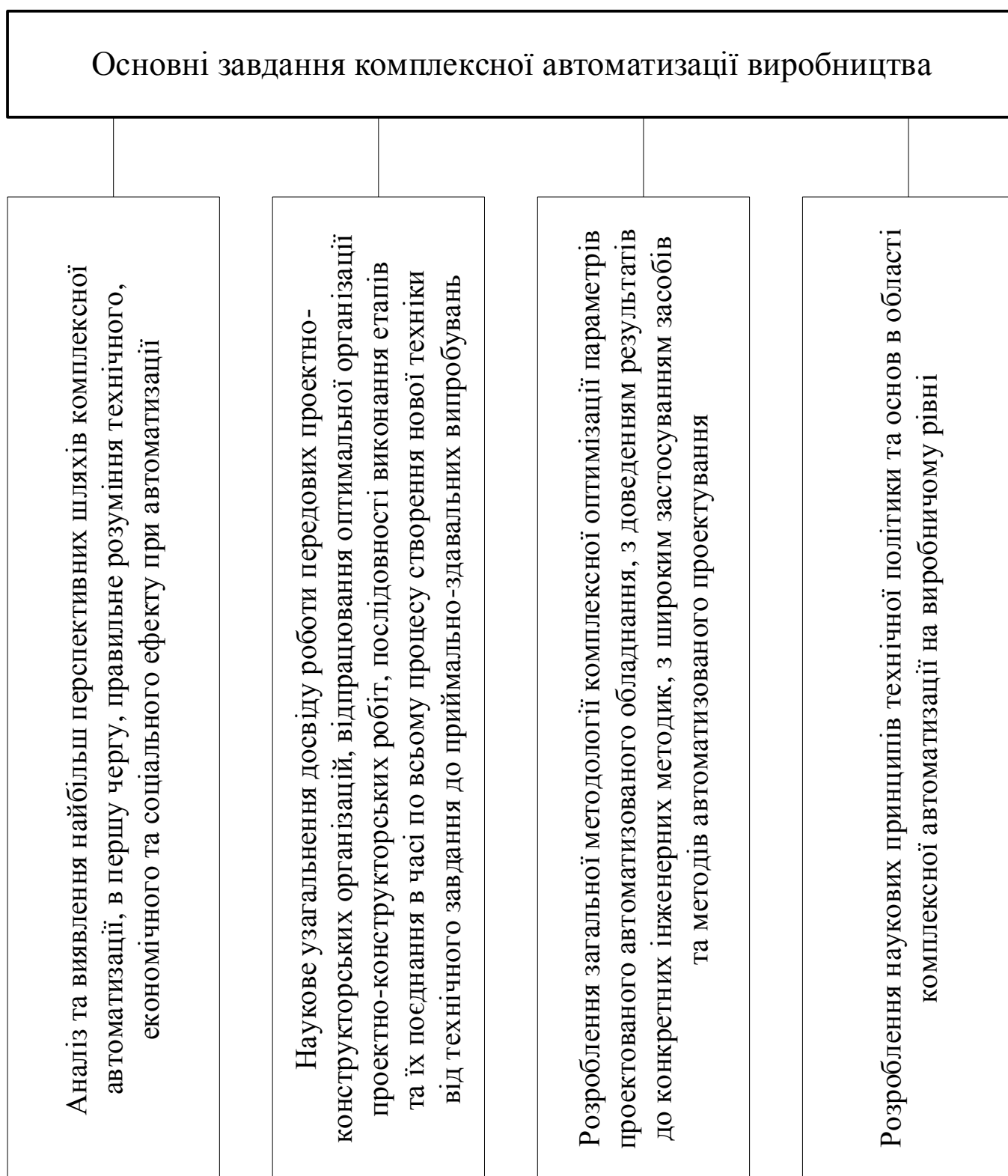


Рисунок 1.2 – Структура основних завдань комплексної автоматизації виробництва

— аналіз та виявлення найбільш перспективних шляхів комплексної автоматизації, в першу чергу, правильне розуміння технічного, економічного та соціального ефекту при автоматизації;

— наукове узагальнення досвіду роботи передових проектно-конструкторських організацій, відпрацювання оптимальної організації проектно-конструкторських робіт, послідовності виконання етапів та їх поєднання в часі по всьому процесу створення нової техніки — від технічного завдання до приймально-здавальних випробувань;

— розроблення загальної методології комплексної оптимізації параметрів проєктованого АТО, з доведенням результатів до конкретних інженерних методик, з широким застосуванням засобів та методів автоматизованого проєктування;

— розроблення наукових принципів технічної політики та основ в області комплексної автоматизації на виробничому рівні [11].

Джерелами технічного, економічного і соціального ефекту при впровадженні АТО будь-якого технологічного призначення є підвищення якості продукції, що випускається, в порівнянні з якістю продукції неавтоматизованого виробництва; підвищення продуктивності; скорочення тривалості обслуговування обладнання в процесі його функціонування [11].

Аналіз та дослідження проблеми вказують на той факт, що для виробництва основним джерелом отримання економічного ефекту є підвищення продуктивності машин за рахунок інтенсифікації ТП, підвищення рівня якості виробів, суміщення операцій, скорочення простоїв. Важко переоцінити необхідність такого комплексного підходу, а також головної умови проєктування — критерію підвищення продуктивності засобів виробництва [11].

Успіхи сучасної автоматики, обчислювальної техніки та електроніки призвели до того, що автоматизація виробництва трактується лише як процес заміщення функцій людини по обслуговуванню машин пристроями і системами управління та контролю, тобто, автоматизація ототожнюється з впровадженням автоматики, розглядається як завдання електротехнічного, управлінського плану, а не як конструкторсько-технологічна [8]. При цьому мається на увазі, що ТП, конструкції та компоновки машин в основному залишаються на колишньому рівні, хоча при цьому присутність людини не є необхідною. Це не вірно. Зміст будь-якого процесу виробництва складають і складатимуть ТП отримання матеріалів, їх оброблення, контролю та скла-

дання виробів, які матеріалізовані в конструкціях та компоновках машин, апаратів та їх систем [8]. Саме в останніх закладаються всі потенційні можливості якості та кількості продукції, що випускається, економічної ефективності виробництва. Будь-яка система управління (ручна або автоматична) являє собою лише форму реалізації цих можливостей. Ніяка автоматика не може надати більше того, що закладено у технології [8].

Автоматизація виробництва у машинобудуванні являє собою конструкторсько-технологічне завдання із створення такої нової техніки, яка принципово відрізняється від технічного арсеналу засобів неавтоматизованого виробництва. Генеральний напрям комплексної автоматизації ТП полягає не в заміні робітника при обслуговуванні обладнання, а в створенні таких високопродуктивних ТП та високопродуктивних засобів виробництва, які були б зовсім неможливі при безпосередній участі робітника [8].

Сучасне розуміння сутності автоматизації, її основної спрямованості — це необхідна передумова формування сучасних наукових принципів та сучасних основ технічної політики у галузі автоматизації на виробничому рівні. Чимала кількість спроектованого АТО виявилось невдалим лише тому, що усі зусилля розробників були направлені на «викорінення» ручних операцій, а питання якості продукції, швидкодії машин та надійності останніх у роботі не враховувалися [13]. Правильні загальні гасла типу «ручна праця — на плечі машин» іноді розуміються формально, а автоматизацію намагаються звести до створення таких технічних засобів, які лише імітують ручні дії людини при маніпулюванні або управлінні машинами. У підсумку можливе створення такої нової техніки, яка працює по безлюдній технології, але громізка та дорога, малопродуктивна та ненадійна, і, в підсумку, — не ефективна [13].

Особливістю сучасного етапу НТП є той факт, що визначальним фактором при розробленні нової техніки стає обмеженість ресурсів. Тому необхідно обирати обмежену кількість об'єктів розроблення таким чином, щоб отримувати найкращі результати при реальних можливостях [13].

У плані стратегії — це поворот до технічного переозброєння саме тих ланок машинобудівного виробництва, де можна досягти результатів внаслідок застосування прогресивних технологій, методів та ТП, концентрації технологічних операцій, багатопозиційного та багатоінструментального оброблення [13].

У плані тактики це означає уникнення розгортання робіт або тиражування таких технічних засобів, по яких не проглядаються кінцеві результати або ці результати виглядають сумнівними. При цьому в конкретних виробничих умовах слід керуватися низкою принципів (рис. 1.3) [13].



Рисунок 1.3 – Принципи технічної політики при автоматизації виробництва

Перший принцип — це принцип досягнення таких результатів, коли засоби та системи автоматизації повинні не лише імітувати або замінювати дії людини, а ще і виконувати виробничі функції краще та ефективніше — лише тоді ці засоби та системи будуть по-справжньому ефективними. Зміна чисельності будь-якої категорії працівників або заміна ручного маніпулювання автоматичним — це не кінцевий результат і не мета [13]. Результати аналізу джерел з автоматизації вказує на

наступний факт: до 70% економічного ефекту отримується за рахунок більш високій продуктивності АТО у порівнянні з неавтоматизованим; до 20% — в результаті підвищення або стабілізації якості продукції та до 15% — в результаті економії фонду заробітної плати [13]. Тому при плануванні та обґрунтуванні робіт з автоматизації виробництва необхідно попередньо проаналізувати, як можуть вплинути намічені заходи, перш за все, на кількість і якість виробів, які випускаються, і лише потім — на кількість обслуговуючого персоналу. Обов'язковою передумовою при цьому є забезпечення зацікавленості всіх робочих у впровадженні АТО та його успішному функціонуванні [13].

Другим принципом технічної політики при автоматизації виробництва є принцип комплексного підходу. Всі найважливіші компоненти виробничого процесу (ВП) — всі питання відносно об'єктів виробництва, технології, ОТО і ДТО, систем управління та обслуговування, видалення відходів, кадрів — повинні бути детально розглянуті і, в кінцевому підсумку, повинні вирішуватися на новому, більш сучасному рівні. Іноді достатньо випустити з поля зору хоча б один з компонентів ТП, і вся система заходів з автоматизації виявиться неефективною [13]. Тим більше, безперспективно зводити процес автоматизації лише до перетворення окремих засобів, наприклад, створення дорогих та складних систем управління при збереженні відсталої технології. Автоматизовані системи управління повинні розроблятися та впроваджуватися з урахуванням прогресивних технологій та конструкцій і, в комплексі, пристосовуватися до сучасних вимог виробництва — лише у цьому випадку вони будуть ефективними [13].

Третім принципом технічної політики при автоматизації виробництва є принцип необхідності: засоби автоматизації повинні бути застосовані не там, де можливо їх застосувати, а конкретно там, де без них просто не можливо обійтись. Значимість сучасних засобів обчислювальної техніки та електроніки — не стільки і не тільки у заміні функцій робітника при обслуговуванні машин, а, перш за все, у можливості проектування на їх основі таких засобів виробництва, які раніше не могли бути спроектовані [13]. Так, багато сучасних пристроїв могли бути побудовані тільки на основі мікропроцесорного управління, тому що управління

процесами, які здійснюються ними, виходить за рамки фізичних можливостей людини. Переважна більшість ОТО — однопозиційне та однопозиційне. На ньому одночасно обробляється тільки один виріб одним робочим інструментом. Це пояснюється обмеженими можливостями людини, яка не може одночасно здійснювати управління кількома об'єктами чи процесами [13]. Застосування сучасних засобів електроніки дозволяє створювати обладнання з високим ступенем концентрації ТП, з багатьма одночасно працюючими механізмами та інструментами. Тому технічна політика з автоматизації повинна бути спрямована на проектування та впровадження багатоінструментальних та багатопозиційних машин з диференціацією та концентрацією операцій, які набагато продуктивніші ніж звичайне однопозиційне ОТО [13].

Четвертим принципом технічної політики при автоматизації є принцип своєчасності. Впровадження та тиражування недостатньо зрілих технічних рішень неприпустимо. На жаль, часто прагнуть до якнайшвидшого тиражування не достатньо відпрацьованого обладнання, лише доведеного до певного рівня, «здатного лише функціонувати». В кінцевому підсумку, примусове впровадження дорогих, малонадійних та малоефективних систем і засобів автоматизації призводить лише до дискредитації останніх. Тому завданням теперішнього часу є зосередження коштів на найперспективніших напрямках [13].

## 1.2 Сучасні проблеми автоматизації машинобудівного виробництва

Створення АВ вимагає великих капіталовкладень, високого наукового потенціалу, а також інтелектуалізації підходу до його послідовності відповідно до підготовленості, наявності сприятливих умов та очікуваним ефектом [8]. Кадрові, технічні, виробничі та матеріальні засоби слід направляти на автоматизацію ТП і операцій у цехах таких підприємств і в таких галузях, де реально існують суттєві можливості та ще невикористані резерви для успішного вирішення кардинальних проблем: багаторазо-

вого підвищення продуктивності праці, збільшення випуску продукції значно поліпшеної якості, вивільнення трудових ресурсів для використання їх в інших виробництвах, де вже зараз відчувається гостра нестача робітників [8]. І найголовніша проблема — за допомогою автоматизації необхідно докорінно змінити зміст та характер праці й виробничої діяльності, підвищивши їх ефективність, продуктивність і привабливість з урахуванням найбільш повної відповідності вимогам інтелектуальної трудової діяльності [8].

Основні закономірності в розвитку автоматизації сучасних ВП можуть бути визначені наступним чином [8]:

- автоматизація проникає в усі ланки ВП, викликаючи в них якісні зміни, пов'язані з підвищенням продуктивності праці;

- підвищується ступінь автоматизації основних і допоміжних ВП і операцій шляхом модернізації і, перш за все, заміни ТО шляхом прискореного насичення автоматичними комплексами, автоматичними машинами та пристроями;

- скорочуються сумарні витрати праці, що припадають на виробництво кожного виробу, при безперервному скороченні витрат живого праці;

- скорочується кількість робочих в цехах і збільшується кількість фахівців і робітників, зайнятих підготовкою та створенням високоефективного і високопродуктивного АВ [8].

Комплексна автоматизація виробництва в машинобудуванні здійснюється побудовою автоматичних дільниць, цехів та заводів-автоматів. На даний час комплексна автоматизація серійного виробництва здійснюється за допомогою ТО з числовим програмним управлінням і оброблювальних центрів, промислових роботів, автоматичних переналагоджуваних дільниць, цехів та заводів-автоматів — це відкриває дуже великі перспективи у створенні АВ з безлюдною технологією [8].

Головна характерна особливість сучасного виробництва полягає в розчленуванні ВП на окремі операції і в їх послідовній реалізації на різному ТО і робочих місцях. Кількість таких операцій дуже велика — на заготівельних процесах, при механічному обробленні, при складанні, на термічних операціях. При обробленні тільки



однієї деталі виконуються десятки операцій, а будь-який виріб машинобудування складається із сотні, а інколи, і кількох сотень деталей [8].

Аналіз дуже великої номенклатури виробів машинобудування і річних програм випуску кожного виробу надає можливість уявити величезні обсяги різноманітної ручної праці.

У заготівельних, механообробних, складальних та інших цехах машинобудівних підприємств всі процеси та операції з виготовлення та контролю деталей, зі складання й випробування машинобудівних виробів, а також допоміжні операції з транспортування, орієнтації в просторі, базування, закріплення, заправці та звільнення робочої зони, складування заготовок, деталей і готової продукції повинні бути автоматизовані [8].

Потужна машинобудівна база для виробництва автоматичних комплексів забезпечила матеріально-технічні можливості високих темпів створення АВ.

Значні труднощі при автоматизації виробництва виникають з умови, що будь-який захід має вирішуватися конкретно для даного виробу, деталі або продукту відповідно до їх особливостей і технічних вимог до точності розмірів і форм, взаємного розташування поверхонь, матеріалу та маси деталей, тощо. Це означає існування безпосереднього зв'язку автоматизації виробництва з удосконаленням існуючих виробів та їх елементів, з урахуванням вимог, особливостей та можливостей АВ [8].

При багатосторонньому розгляді процесу виготовлення кожної деталі потрібні компетентність та досвід для створення оптимального або близького до нього варіанта ТП, який повинен не тільки відповідати умовам та вимогам конкретного виробництва, включати новітні досягнення та можливості технологічної науки та практики, в тому числі, нові методи та інструменти, а й забезпечувати високу продуктивність майбутнього АВ, надійність в експлуатації з мінімальними втратами внаслідок простоїв, зміни та регулювання інструментів та інших причин [8].

Великими є труднощі, що пов'язані з високими вимогами до точності розмірів, форми, розташування поверхонь деталі, що виготовляється, та якості виробів складання. Чим вище необхідна точність, тим важче створити АВ, тим складніше і дорожче ТО [8].

Також діяльність фахівців з автоматизації ускладнена величезною кількістю варіантів автоматизації кожного ТП та операцій, навіть, у випадках виготовлення або складання порівняно простих деталей, так як від правильного вибору варіанту залежать як ефективність, так і інші результати автоматизації, і, в тому числі, працездатність запропонованих рішень [8]. У побудові матеріально-технічної бази АВ здійснюється перехід від самостійно діючого ТО до створення та впровадження автоматичних комплексів — автоматичних ліній для масового виробництва і гнучких виробничих систем для дрібносерійного та серійного виробництва [8].

З підвищенням ступеня автоматизації виконання основних технологічних та допоміжних операцій виникають нові, досі невідомі проблеми, які очікують теоретичного осмислення та розроблення нових конкретних техніко-організаційних рішень. Ці проблеми та можливі рішення є загальними для усіх виробництв [8].

Єдина основа автоматизації виробництва виражена в спільності пристроїв автоматизації та цільових механізмів, вбудованих в автоматичні комплекси та машини, їх керуючих пристроїв і систем управління. Ця спільність існує незалежно від їх призначення та галузей, в яких вони експлуатуються. Вона проявляється в загальних закономірностях надійності, продуктивності, економічної ефективності, в єдиних методах агрегування, визначення режимів роботи, оцінювання їх прогресивності, тощо [8]. Розроблення теоретичних і прикладних проблем, методологічних і технічних аспектів єдиної основи автоматизації виробництва, визначення спільності в методах і технічних засобах та створення всіх необхідних передумов для їх практичного використання в промисловості відкривають нові можливості для проведення єдиної загальнодержавної технічної політики при автоматизації ВП в усіх галузях з єдиними підходом і методологією [8]. Перш за все, необхідно вирішити проблему організації потужної елементної бази з виробництвом в необхідній кількості та номенклатурі недорогих і якісних механічних, електромеханічних, гідравлічних, пневматичних, електронних та інших елементів [8]. Іншою важливою проблемою є створення ДТО — транспортних, подавальних, орієнтуючих, контрольних, нагромаджувальних та інших пристроїв шляхом їх централізованого виробництва. Такі пристрої можуть вбудовуватися у різні автоматичні комплекси незалежно від виду виробів,

що виготовляються, а також виду виробництва і галузі, в якій експлуатуються автоматичні комплекси [8]. Третьою важливою проблемою є створення типових високопродуктивних і надійних автоматичних машин і пристроїв з новітніми конструкціями, безпосередньо вбудованих в автоматичні комплекси і працюючих спільно з промисловими роботами [8]. Окрім металорізальних автоматичних комплексів, які використовуються для механічного оброблення, необхідні автоматичні комплекси для заготівельного виробництва, складальних цехів і для немашинобудівних виробництв. Таке завдання дуже складне для вирішення однієї країною і вимагає максимальної кооперації та взаємодії з іншими закордонними виробниками автоматизованих комплексів [8]. Четвертою важливою проблемою є забезпечення окремих автоматів і пристроїв надійними системами управління автоматичних комплексів із використанням сучасних досягнень мікроелектроніки, що відповідають найвищим вимогам надійності, компактності, вартості, коротким термінам поставок [8].

Основні задачі НТП в АВ полягають у створенні високоефективних автоматичних комплексів та інших засобів автоматизації у різних галузях промисловості. Дані задачі можуть бути визначені наступним чином [8].

Прикладні задачі — розроблення та дослідження нових, прогресивних ТП і конструювання необхідних для їх реалізації автоматичних виробничих машин і пристроїв автоматизації; розроблення нових методів розрахунків і аналізу, що надають можливість при створенні сучасних технічних засобів автоматизації забезпечити більш високі техніко-економічні показники, вирішити конкретні завдання, які пов'язані з розрахунком, проектуванням, створенням та експлуатацією автоматичних виробничих машин і пристроїв автоматизації на більш високому науковому і технічному рівні [8]. Проблемні задачі — розкриття і аналіз об'єктивних закономірностей науково-технічного прогресу АВ в різних галузях промисловості, тенденцій їх розвитку, причинного зв'язку між явищами; розроблення на цій основі загальних принципів єдиної методології та типових технічних засобів автоматизації з метою формування єдиної технічної політики при комплексному розгляді всіх проблем, що пов'язані з автоматизацією ВП у різних галузях промисловості [8].

Сучасні наукові, конструкторські та виробничі проблеми, що пов'язані з загальною інтенсифікацією промислового виробництва, можуть бути успішно вирішені лише завдяки висококваліфікованим кадрам — робітникам, інженерам та іншим фахівцям. Ці проблеми висувають нові вимоги та критерії до підготовки майбутніх фахівців, до номенклатури фахівців і їх професійної кваліфікації з метою забезпечення повноцінної та високоефективної віддачі АВ [8]. Такий фахівець зможе успішно працювати не тільки в усіх спеціалізованих ланках, що реалізують проекти автоматизації ВП для різних галузей та технологічних напрямків, але і на будь-якому промисловому підприємстві, де здійснюються автоматизовані ВП і ведеться робота з їх механізації та автоматизації, тобто, практично на будь-якому підприємстві країни [8]. Машинобудівна індустрія автоматичних комплексів не може бути побудована тільки силами спеціалізованих організацій та заводів. Необхідна безпосередня участь самих підприємств та їх наукових ланок і організацій.

Без власних сил по автоматизації виробництва на підприємствах, без можливостей на самих підприємствах конструювати та виготовляти автоматичну техніку і спеціалізовані технологічні пристосування для специфічних потреб виробництва, необхідних для побудови автоматичних комплексів, вирішити в комплексі цю проблему не можна [8]. Наявність власних кадрів — фахівців з автоматизації, відділів автоматизації виробництва та виробничих можливостей для виготовлення спеціалізованого ТО не тільки забезпечить значно ширші можливості для підвищення технологічного та технічного рівня виробництва відповідно до сучасних вимог, а й дозволить набагато ефективніше впроваджувати та використовувати автоматичні комплекси, імпортовані з інших країн [8]. Заводські фахівці заводу-споживача обов'язково повинні брати участь у всьому циклі створення автоматичного комплексу відповідної організації — від виготовлення та складання автоматичного комплексу до випробувань, впровадження та доведення до промислової експлуатації нової автоматичної техніки [8].

Автоматизація основних ВП і автоматизація допоміжних ВП — принципово різні проблеми — різні можливості автоматизації інженерної праці, технічного та технологічного підготування виробництва (ТПВ), управлінської, науково-дослідної діяльності, тощо, різні і результати реалізації цих напрямків [8].

### 1.3 Класифікація допоміжного технологічного обладнання

До складу ДТО входить безліч пристроїв найрізноманітніших моделей і модифікацій. Існує кілька варіантів класифікації ДТО [2, 9, 10, 15, 16, 18]. Аналіз та систематизація останніх дозволяють запропонувати наступну класифікацію ДТО (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Класифікація ДТО

У свою чергу, аналіз вищенаведених груп ДТО (рис. 1.4) з більшим ступенем деталізації надає можливість запропонувати відповідну класифікацію для кожної з груп ДТО [2, 9]. Так класифікація та класифікаційні ознаки транспортних пристроїв наведені на рис. 1.5, класифікація та класифікаційні ознаки орієнтуючих пристроїв — на рис. 1.6, класифікація та класифікаційні ознаки подавальних пристроїв — на рис. 1.7, класифікація та класифікаційні ознаки нагромаджувальних пристроїв — відповідно на рис. 1.8 [2, 9].

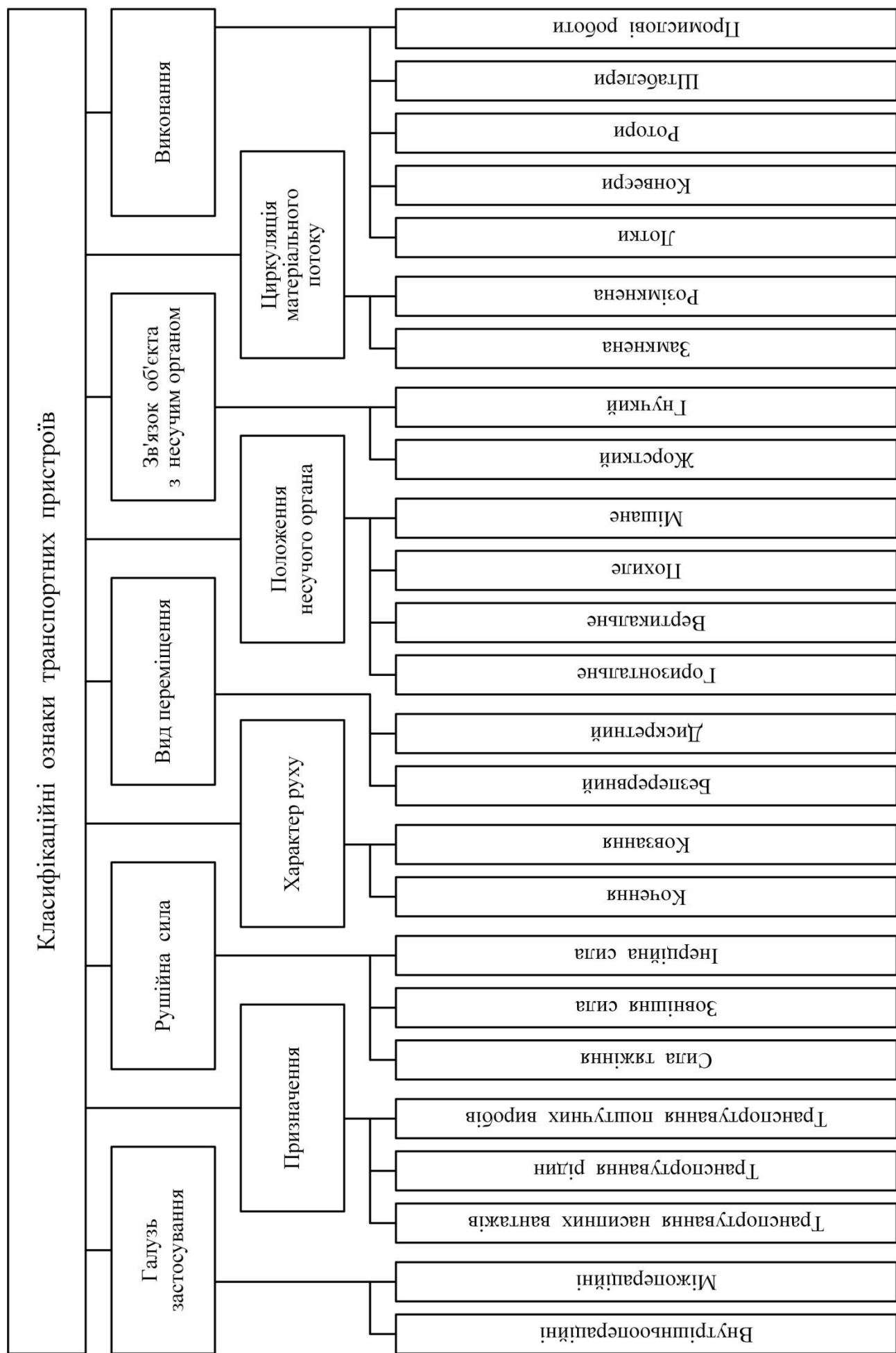


Рисунок 1.5 – Класифікаційні ознаки транспортних пристроїв

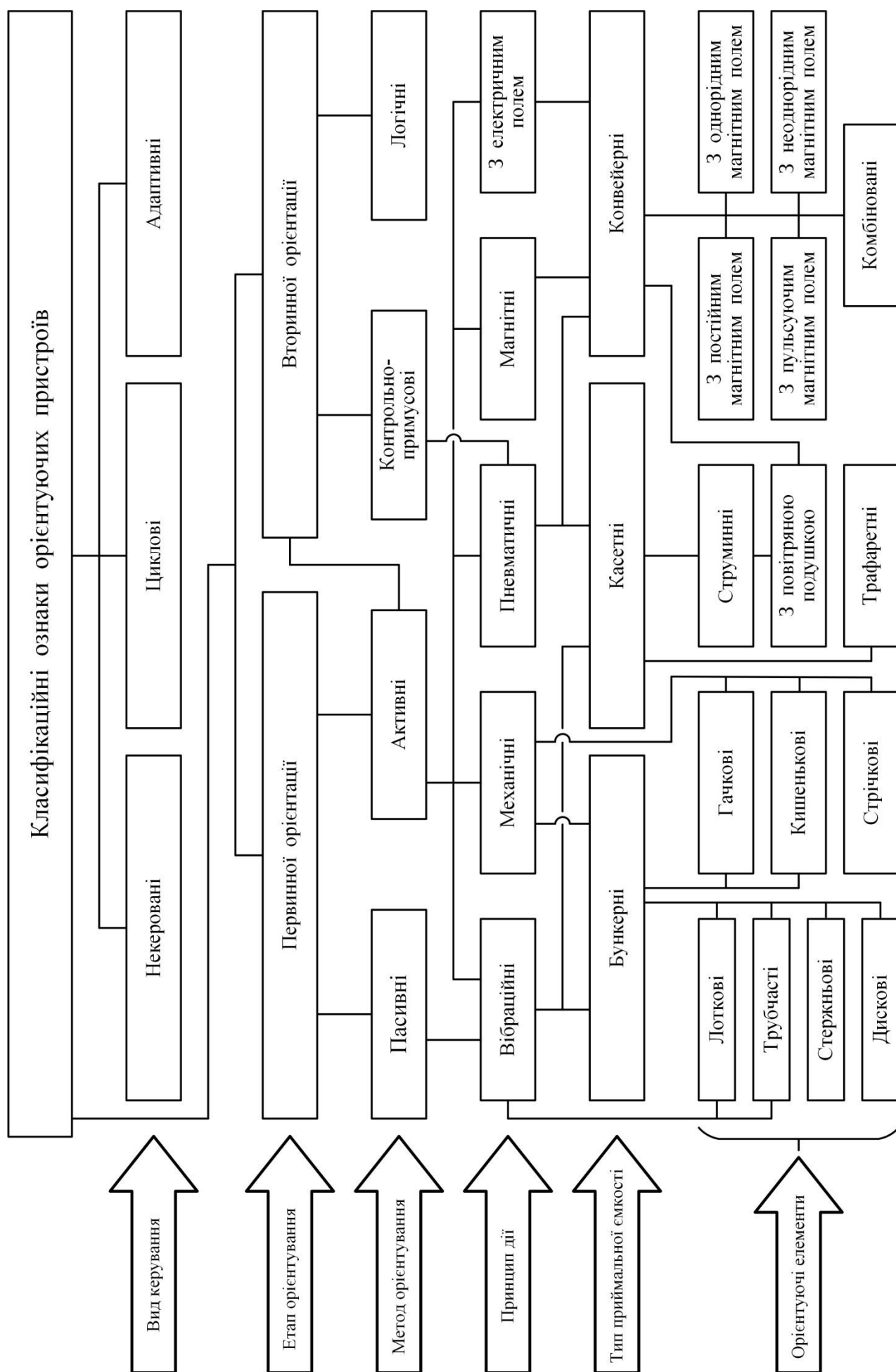


Рисунок 1.6 – Класифікаційні ознаки орієнтуючих пристроїв

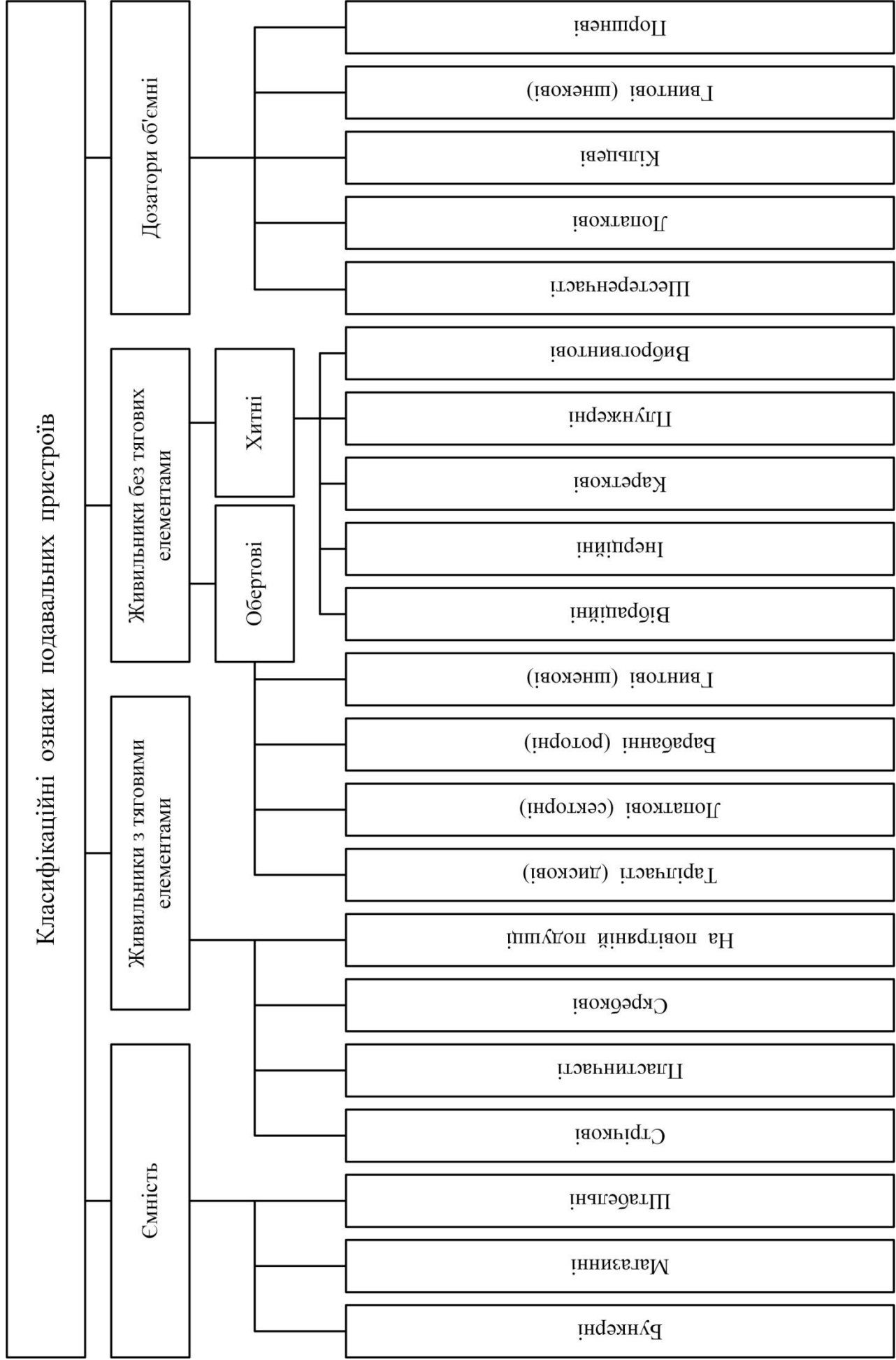


Рисунок 1.7 – Класифікаційні ознаки подавальних пристроїв



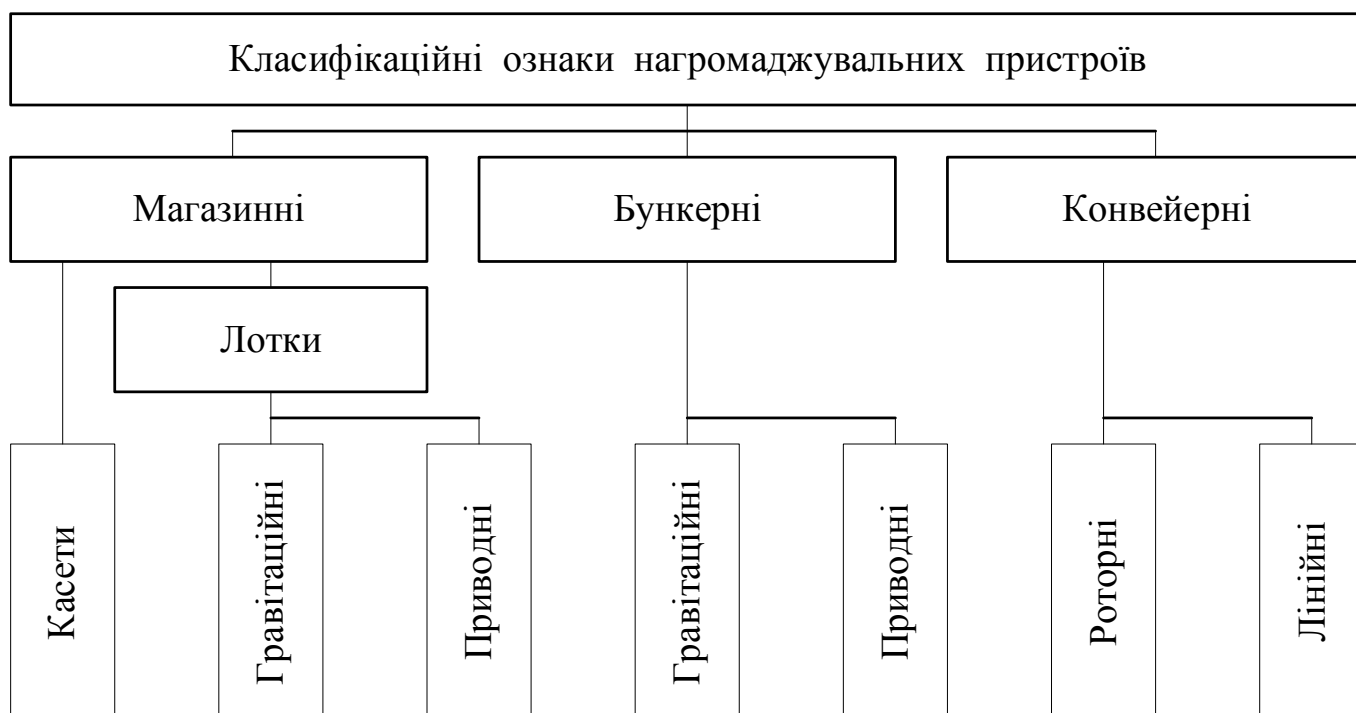


Рисунок 1.8 – Класифікаційні ознаки нагромаджувальних пристроїв

Простий підрахунок кількості структурних елементів нижніх ієрархічних рівнів наведених вище класифікацій вказує, що їх 68. Цей факт надає змогу зробити наступний важливий висновок: існує, щонайменше, 68 груп ДТО, для кожної з яких необхідно мати свою методику розрахунку параметрів при проектуванні, бо кожній групі ДТО притаманні своє технологічне призначення, свої конструктивно-технологічні та експлуатаційні характеристики, свої виробничі функції, тощо.

Аналіз літературних джерел стосовно ДТО [2, 9, 10, 15, 16, 18] вказує на те, що методики розрахунку параметрів останнього дотепер не зведені разом, наведені фрагментарно, а питанню автоматизації цих розрахунків взагалі майже не приділялося уваги. Інформація, яку до нас доводять всесвітньовідомі лідери у галузі виробництва ДТО — Adept Conveyor Technologies (Австралія) [3], Bastian Solutions (США) [4], Vofab Conveyor AB (Швеція) [5], Dorner Manufacturing Corporation (США) [6], MayTec (Німеччина) [1], Toyota (Японія) [7] та інші — теж не розкриває питання автоматизації розрахунків параметрів ДТО.

У зв'язку з вищенаведеним, можна зробити висновок, що питання автоматизації розрахунку параметрів ДТО є дуже актуальним.

## 1.4 Висновки по розділу

1. Аналіз літературних джерел стосовно ДТО вказав на те, що методики розрахунку параметрів останнього до теперішнього часу не зведені разом, наведені фрагментарно.

2. Аналіз літературних джерел стосовно ДТО вказав на те, що питанню автоматизації розрахунку параметрів ДТО взагалі майже не приділялося уваги.

3. Інформація, яку до нас доводять всесвітньовідомі лідери у галузі виробництва ДТО — Adept Conveyor Technologies (Австралія), Bastian Solutions (США), Vofab Conveyor AB (Швеція), Dorner Manufacturing Corporation (США), MayTec (Німеччина), Toyota (Японія) та інші — не розкриває питання автоматизації розрахунків параметрів ДТО.

4. Питання автоматизації розрахунку параметрів ДТО є актуальним.

## 2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ДОПОМІЖНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 2.1 Вимоги до конструкції деталей, які транспортуються автоматично

Транспортні лотки (ТЛ)— один з найпоширеніших видів транспортних пристроїв, які використовуються для переміщення деталей, випуск яких здійснюється в умовах АВ [2, 9, 14]. До конструкції деталей, які транспортуються в ТЛ, ставляться наступні вимоги [14, 16].

1. При завантажуванні та транспортуванні деталі не повинні вставлятися, зчіплюватися, злипатися, або будь-яким іншим чином з'єднуватися одна з одною (рис. 2.1, 2.2) [14].

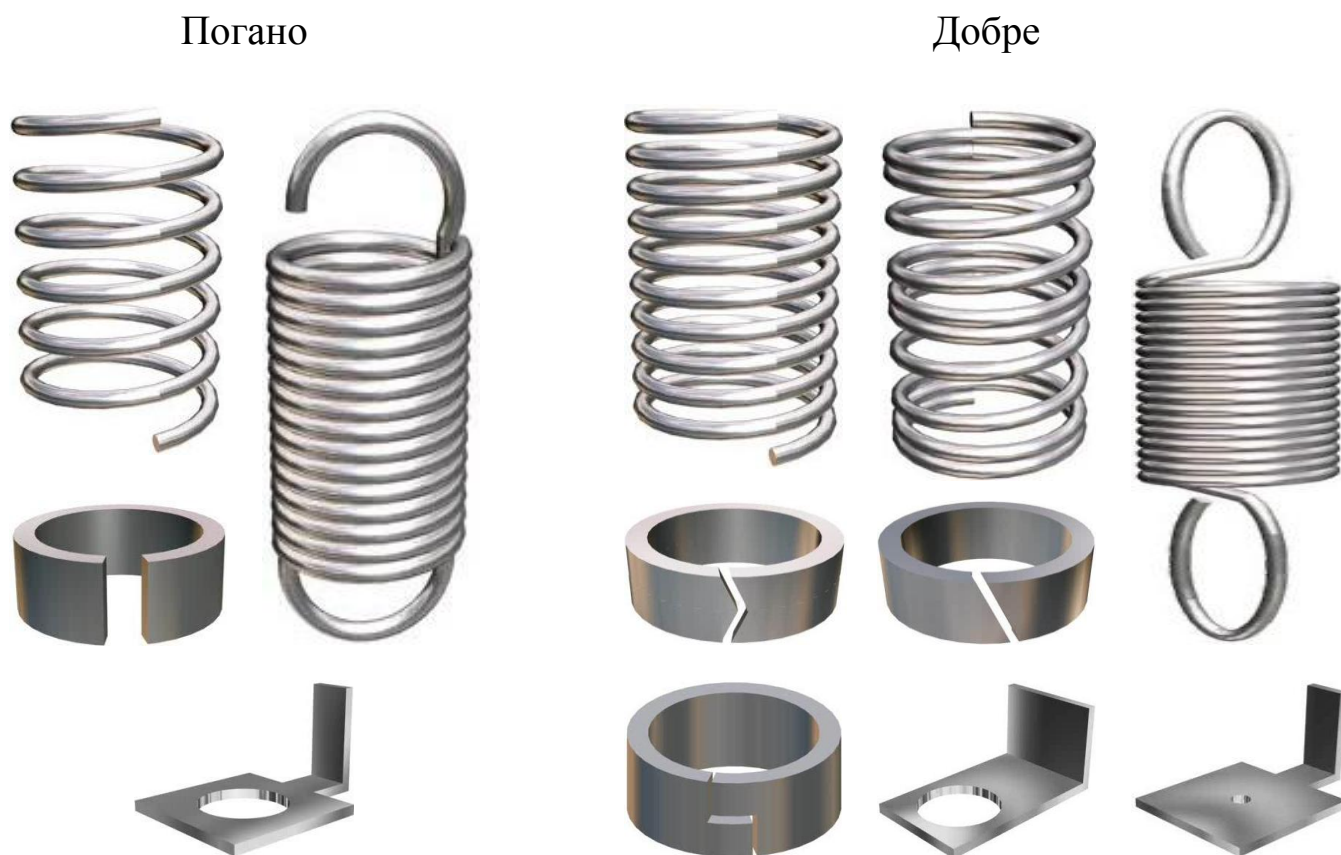
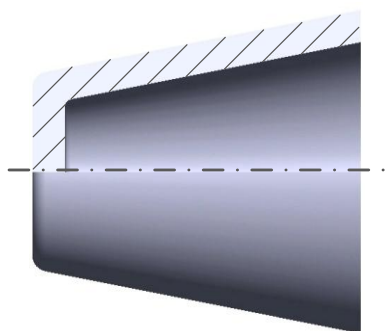
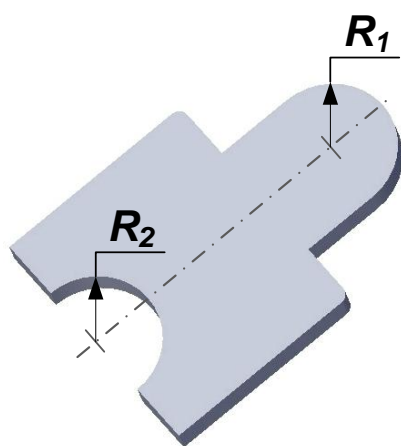
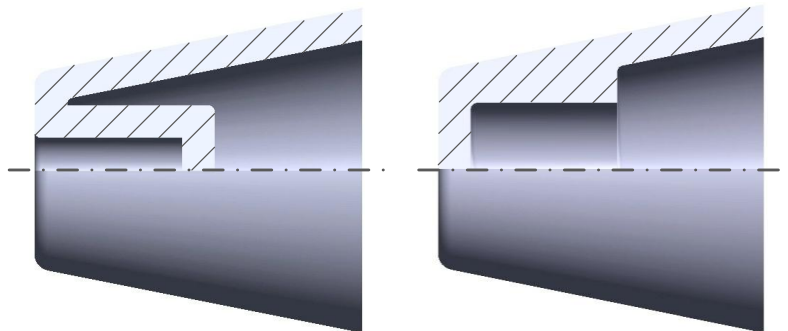


Рисунок 2.1 – Попередження вставляння, зчіплювання, з'єднування деталей

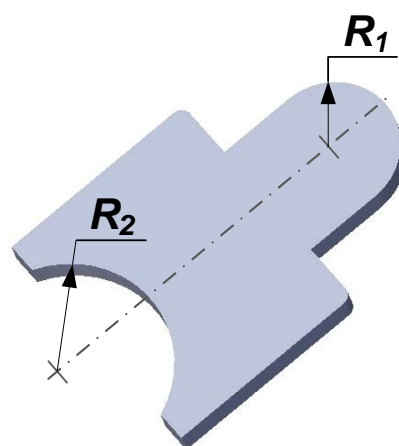
Погано



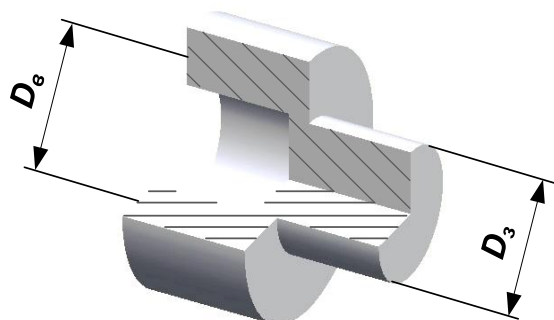
Добре



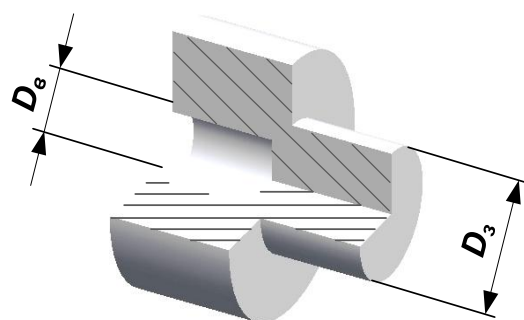
$$R_2 = R_1$$



$$R_2 > R_1$$



$$D_6 > D_3$$



$$D_6 < D_3$$

Рисунок 2.2 – Попередження злипання, вставляння, з'єднання деталей

2. У випадку транспортування в ТЛ деталі не повинні бути занадто тонкими, вони також не повинні мати скосів (рис. 2.3, 2.4) [14].

3. З метою запобігання заклинювання деталей при їх транспортуванні в ТЛ (рис. 2.5) кромки деталей повинні бути перпендикулярні напрямку подачі (рис. 2.6) [14].

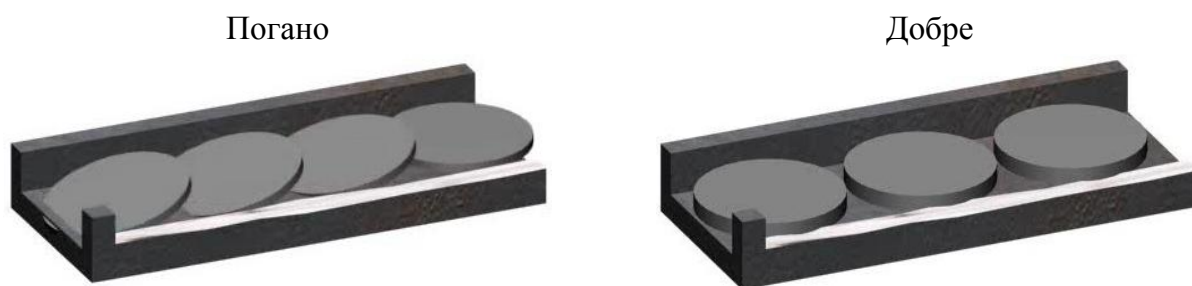


Рисунок 2.3 – Попередження заклинювання деталей при транспортуванні в ТЛ за рахунок збільшення товщини деталей



Рисунок 2.4 – Попередження заклинювання деталей при транспортуванні в ТЛ за рахунок відсутності у деталей скосів

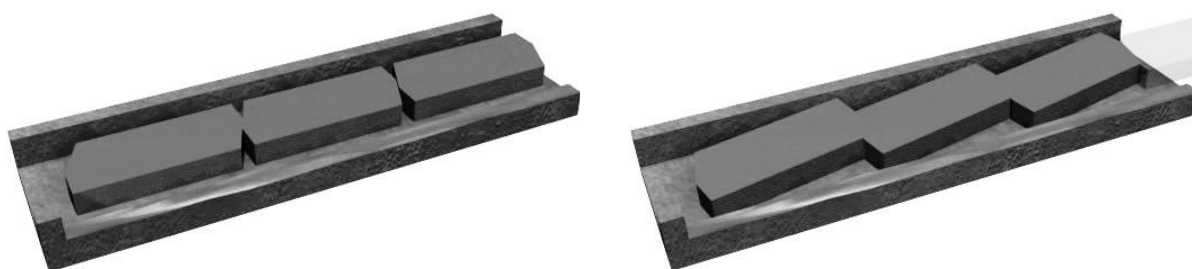


Рисунок 2.5 – Заклинювання деталей при транспортуванні в ТЛ

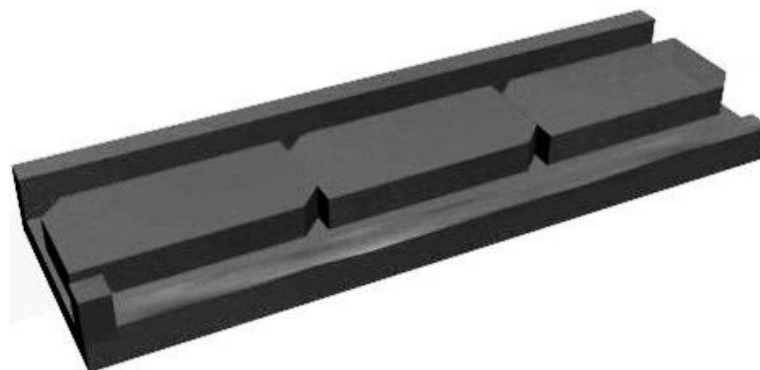


Рисунок 2.6 – Запобігання заклинювання деталей при транспортуванні в ТЛ за рахунок перпендикулярності кромок деталей напрямку подачі

## 2.2 Розрахунок висоти бортів транспортних лотків

Однопотокові ТЛ є одним із найрозповсюджених видів транспортного обладнання (рис. 2.7).

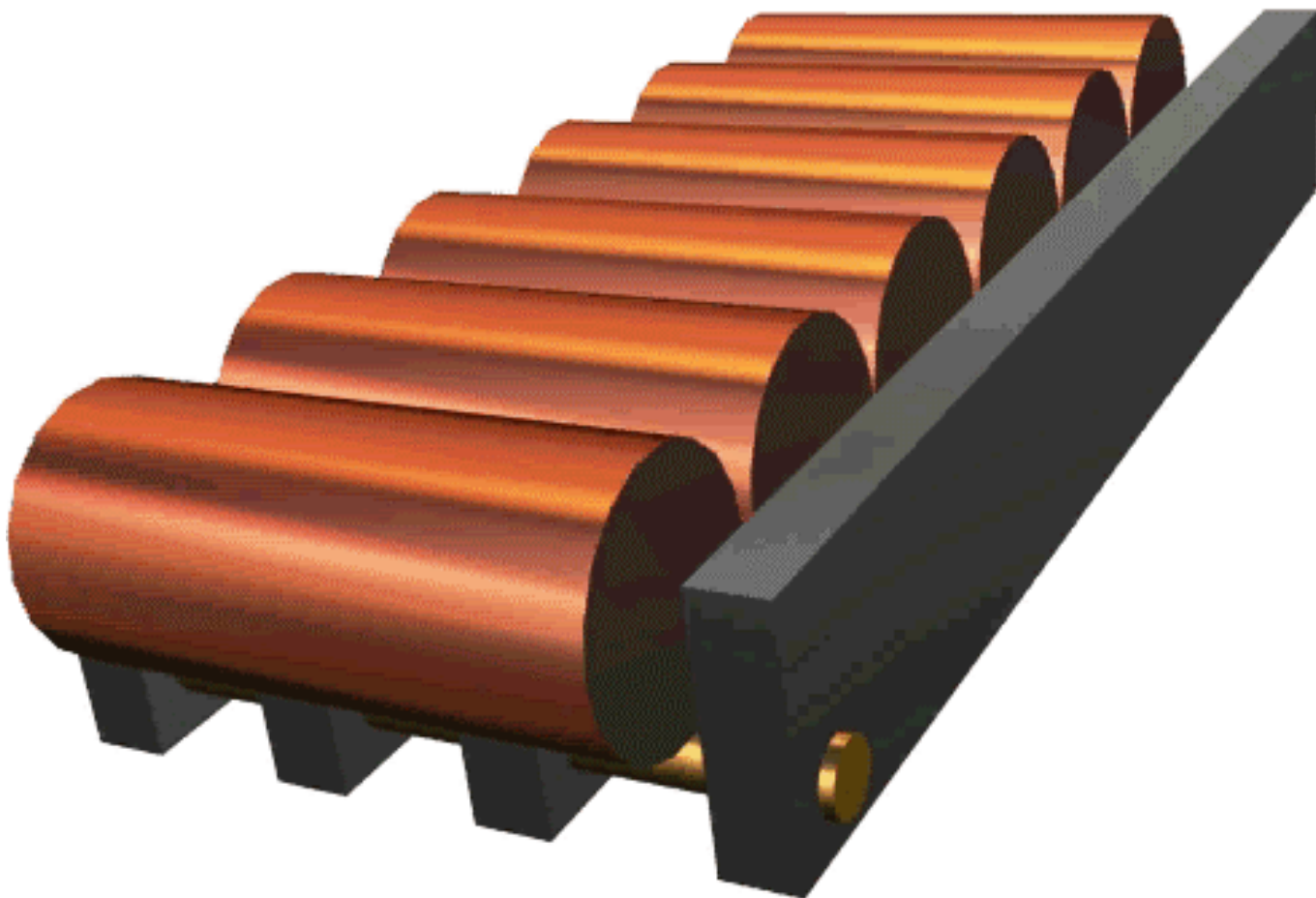


Рисунок 2.7 – Однопотоковий ТЛ

Такі ТЛ виготовляють відкритого (рис. 2.8) та закритого типу (рис. 2.9). ТЛ відкритого типу використовують при відносно невеликих кутах нахилу, інакше можливе викочування деталі за межі ТЛ. ТЛ закритого типу використовують при великих кутах нахилу — у цьому випадку деталь утримується у ТЛ верхнім бортом. При конструюванні таких ТЛ розраховується ширина лотка, яка забезпечує проходження деталі в лотку без заклинювання та втрати орієнтації. Наприклад, ширину прямолінійного ТЛ для деталі типу „циліндр” розраховують за наступною залежністю:

$$B = L_d + \Delta, \quad (2.1)$$

де  $B$  — ширина ТЛ, мм;

$L_d$  — довжина деталі, мм;

$\Delta$  — зазор між деталлю та стінкою ТЛ, мм [2, 9, 15].

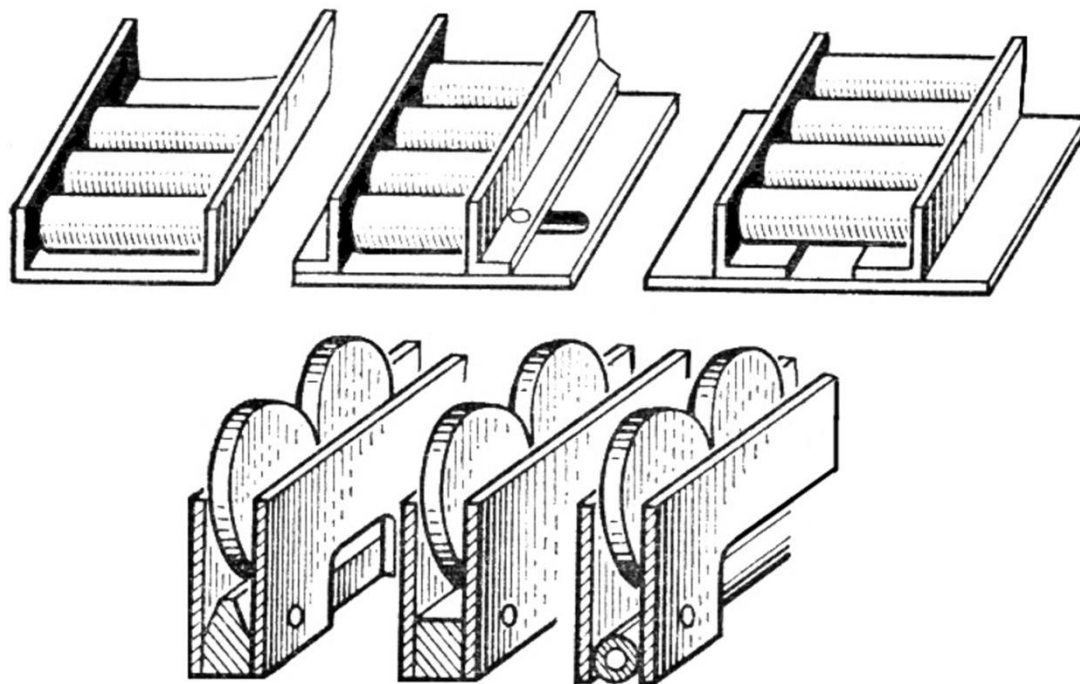


Рисунок 2.8 – Однопоточковий ТЛ відкритого типу

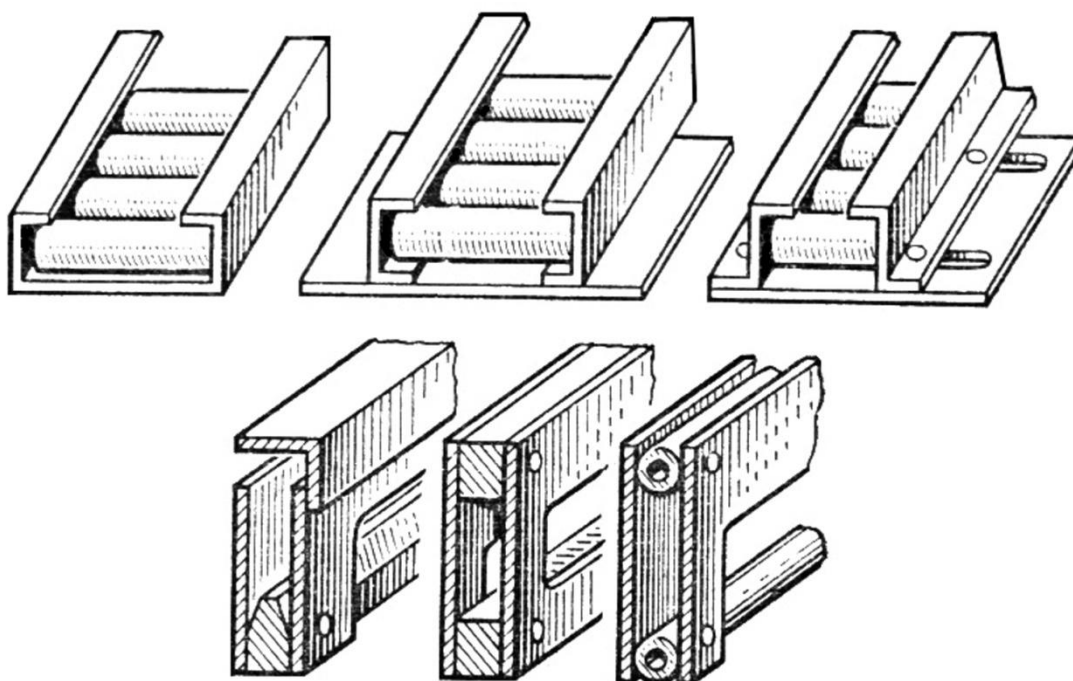


Рисунок 2.9 – Однопоточковий ТЛ закритого типу

Для деталі типу „циліндр” значення зазору  $\Delta$  визначається згідно із наступною залежністю:

$$\Delta = \frac{\sqrt{D_d^2 + L_d^2}}{\sqrt{1 + f^2}} - L_d, \quad (2.2)$$

де  $D_d$  — діаметр деталі, мм;

$f$  — коефіцієнт тертя між деталлю та бортом ТЛ.

На забезпечення надійної роботи однопотокових ТЛ дуже впливає правильний вибір значення висоти бортів останніх [2, 9].

Для ТЛ відкритого типу висота борта визначається наступним чином [2, 9]:

$$H = k_{\text{тд}} \cdot D_d, \quad (2.3)$$

де  $H$  — висота борта ТЛ, мм;

$k_{\text{тд}}$  — коефіцієнт, значення якого залежить від типу деталі, що транспортується;

$D_d$  — діаметр деталі, мм.

Значення коефіцієнту  $k_{\text{тд}}$  наведені в таблиці 2.1.

Для закритих коробчастих ТЛ (рис. 2.10) висота бортів визначається за наступною залежністю [2, 9]:

$$H = \frac{D - \sqrt{D^2 - L^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}}{2}, \quad (2.4)$$

де  $\alpha$  — кут нахилу лотка, вибирається з умови  $\operatorname{tg} \alpha < f$ , де  $f$  — коефіцієнт тертя матеріалу деталі по матеріалу лотка.



Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнту  $k_{тд}$ 

Тип деталі	Значення коефіцієнту $k_{тд}$
Циліндр	$(0,225 \dots 0,25) D_d$
Кільце	$0,31 D_d$
Диск	$0,31 D_d$
Циліндр з виступами на торцях	$0,37 D_d$
Циліндр з однобічною порожниною	$(0,35 \dots 0,4) D_d$
З цапфами діаметром $d_{ц}$ , транспортування — по середній частині ТЛ	$\frac{D_d - d_{ц}}{2} - \Delta$ , $\Delta = 0,5 \dots 1$ мм
З цапфами діаметром $d_{ц}$ , транспортування — на цапфах	$\frac{D_d - d_{ц}}{2} + \Delta$ , $\Delta = 0,5 \dots 1$ мм

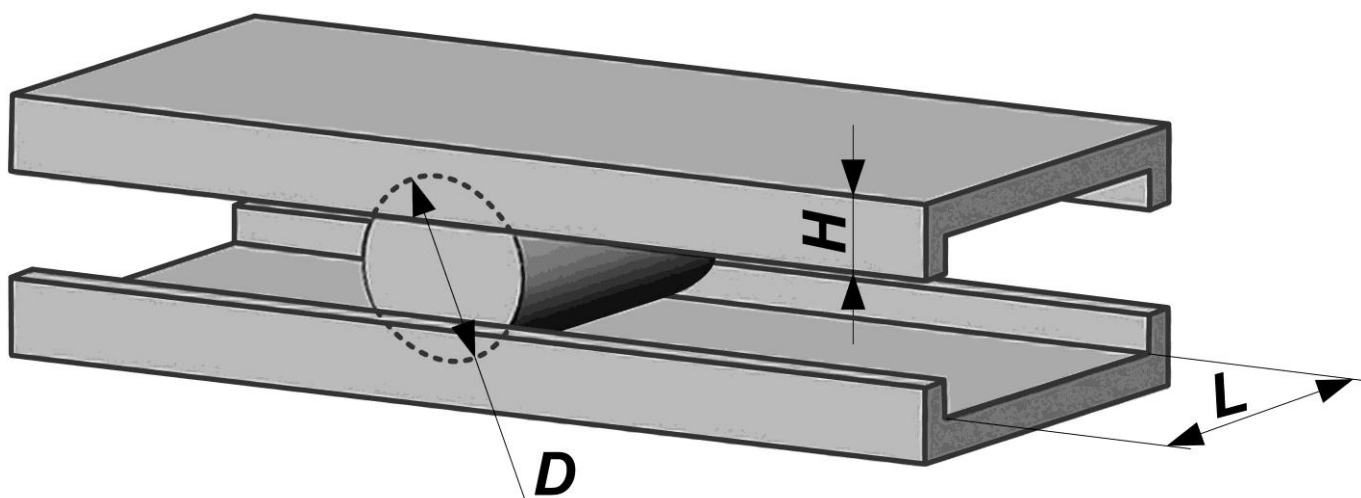


Рисунок 2.10 – Транспортування деталей у закритому коробчастому ТЛ

### 2.3 Розрахунок параметрів дводілянкового лотка-сковзала

Тертя ковзання є головною особливістю переміщення заготовок або деталей по лотках-сковзалах (ЛСк) (рис. 2.11). Для подолання тертя ковзання і спрямовано конструктивне виконання ЛСк. Швидкість ковзання деталі у ЛСк визначається розмірами, конфігурацією, матеріалом та чистотою оброблення поверхні ковзання деталі, а також величиною прогину ЛСк [2, 9, 12].

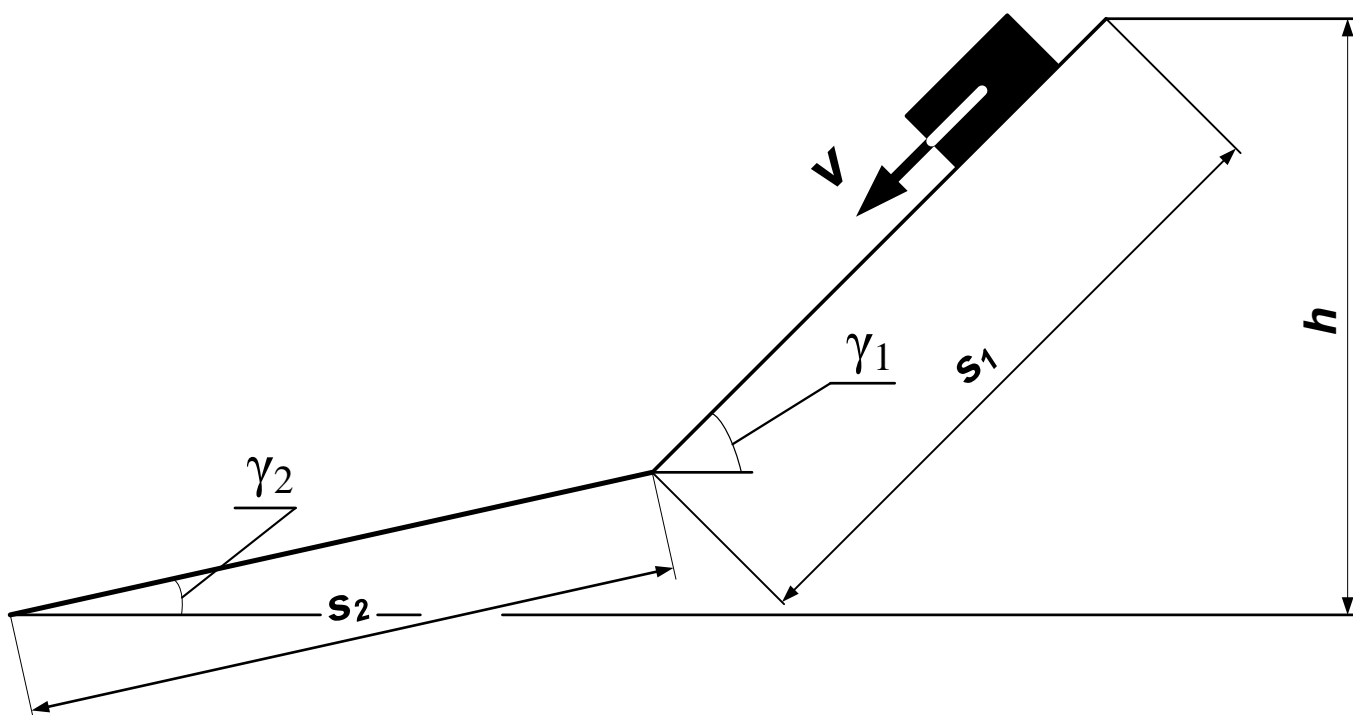


Рисунок 2.11 – Розрахункова схема дводілянкового ЛСк

Для визначення величини швидкості переміщення деталі по ЛСк можна використати наступну залежність [2, 9, 12]:

$$v = \sqrt{2gh(1 - f' \operatorname{ctg} \gamma) + v_0^2}, \quad (2.5)$$

де  $g$  — значення прискорення вільного падіння тіла;

$h$  — величина перепаду висот лотка (рис. 2.11);

$f' = f + f^2$  — зведений коефіцієнт тертя;

$\gamma$  — кут нахилу ділянки лотка (рис. 2.11);

$v_0$  — початкова швидкість руху.

Найбільш оптимальним для кута  $\gamma$  є діапазон  $\gamma = 20 \dots 55^\circ$  [2, 9, 12].

При використанні довгих одноділянкових ЛСк швидкість спуску заготовки або деталі може перевищувати допустимі значення, тому ЛСк рекомендується виготовляти з двох похилих ділянок із кутами нахилу  $\gamma_1$  та  $\gamma_2$  (рис. 2.11) і радіусним перехідним з'єднанням між ділянками [2, 9, 12]. Крута ділянка лотка служить для прискореного переміщення заготовки або деталі, а пологова — для гальмування, причому дана ділянка в цьому випадку встановлюється під кутом  $\gamma_2$ , значення якого менше величини кута тертя. В кінці першої (крутої) ділянки забезпечується швидкість руху заготовки або деталі, що визначається за наступною залежністю [2, 9, 12]:

$$v_1 = \sqrt{2gs_1(\sin \gamma_1 - f' \cos \gamma_1) + v_0^2}, \quad (2.6)$$

де  $s_1$  — довжина першої (крутої) ділянки;

$v_0$  — початкова швидкість руху деталі.

Для другої (пологої) ділянки ЛСк початковою буде швидкість деталі  $v_1$ , а кінцевою — швидкість, значення якої можна обчислити за наступною залежністю [2, 9, 12]:

$$v_2 = \sqrt{2gs_2(\sin \gamma_2 - f' \cos \gamma_2) + v_1^2}, \quad (2.7)$$

де  $s_2$  — довжина другої (пологої) ділянки.

Підставивши рівняння (2.6) в (2.7) після перетворень отримуємо:

$$2gs_1(\sin \gamma_1 - f' \cos \gamma_1) + 2gs_2(\sin \gamma_2 - f' \cos \gamma_2) = v_2^2 - v_0^2. \quad (2.8)$$

З рис. 2.11 отримуємо:

$$s_1 \sin \gamma_1 + s_2 \sin \gamma_2 = h. \quad (2.9)$$

Об'єднавши рівняння (2.8) та (2.9), отримуємо систему (2.10):

$$\begin{cases} 2g(s_1(\sin \gamma_1 - f' \cos \gamma_1) + s_2(\sin \gamma_2 - f' \cos \gamma_2)) = v_2^2 - v_0^2 \\ s_1 \sin \gamma_1 + s_2 \sin \gamma_2 = h \end{cases}. \quad (2.10)$$

Розв'язавши систему (2.10) відносно  $s_1$  і  $s_2$ , маємо:

$$s_1 = \frac{2gh(f' \cos \gamma_2 - \sin \gamma_2) + (v_2^2 - v_0^2) \sin \gamma_2}{2gf' \sin(\gamma_1 - \gamma_2)}, \quad (2.11)$$

$$s_2 = \frac{2gh(\sin \gamma_1 - f' \cos \gamma_1) - (v_2^2 - v_0^2) \sin \gamma_1}{2gf' \sin(\gamma_1 - \gamma_2)}. \quad (2.12)$$

## 2.4 Розрахунок параметрів пневмоконвейєра

Пневмоконвейєри (ПнК) є одним з найпоширеніших типів напівсамопливних транспортних пристроїв (рис. 2.12). ПнК можуть використовуватись для транспортування як звичайних деталей та заготовок, так і крихких виробів, виробів із гальванічним покриттям поверхонь, виробів із матеріалів із високими фрикційними властивостями (пластмаси, гума, кераміка, тощо) [2, 9].

Розрахункова схема ПнК наведена на рис. 2.13.

Для того, щоб заготовка або деталь 5 мали можливість відірватися від несучої поверхні 1 ПнК (рис. 2.13), необхідне виконання наступної умови [2, 9]:

$$\Phi \geq mg + p_a \cdot B, \quad (2.13)$$

де  $\Phi$  — несуча здатність повітряної подушки;

$m$  — маса деталі або заготовки;

$p_a$  — атмосферний тиск;

$B$  — площа опорної площини заготовки.

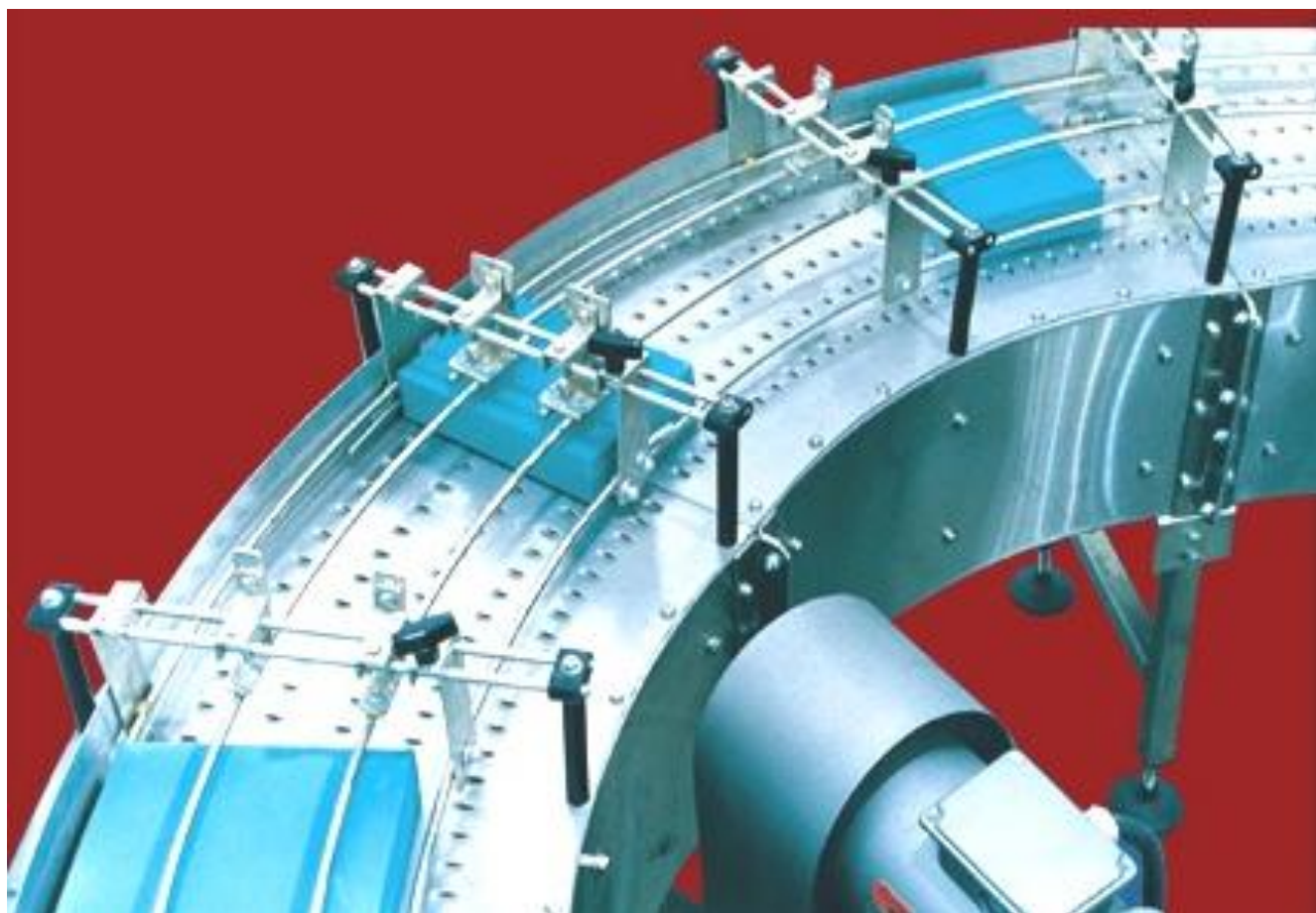


Рисунок 2.12 – Пневмоконвейєр

Для деталей типу „диски” несуча здатність  $\Phi$  визначається за формулою (2.14), а для прямокутних деталей — за формулою (2.15).

$$\Phi_d = \frac{\pi d^2 p_a^2}{B(p_a^2 - p_2^2)} \left( 1 - \frac{2p_2^2(p_a^3 - p_2^3)}{3p_a^3(p_a^2 - p_2^2)} \right), \quad (2.14)$$

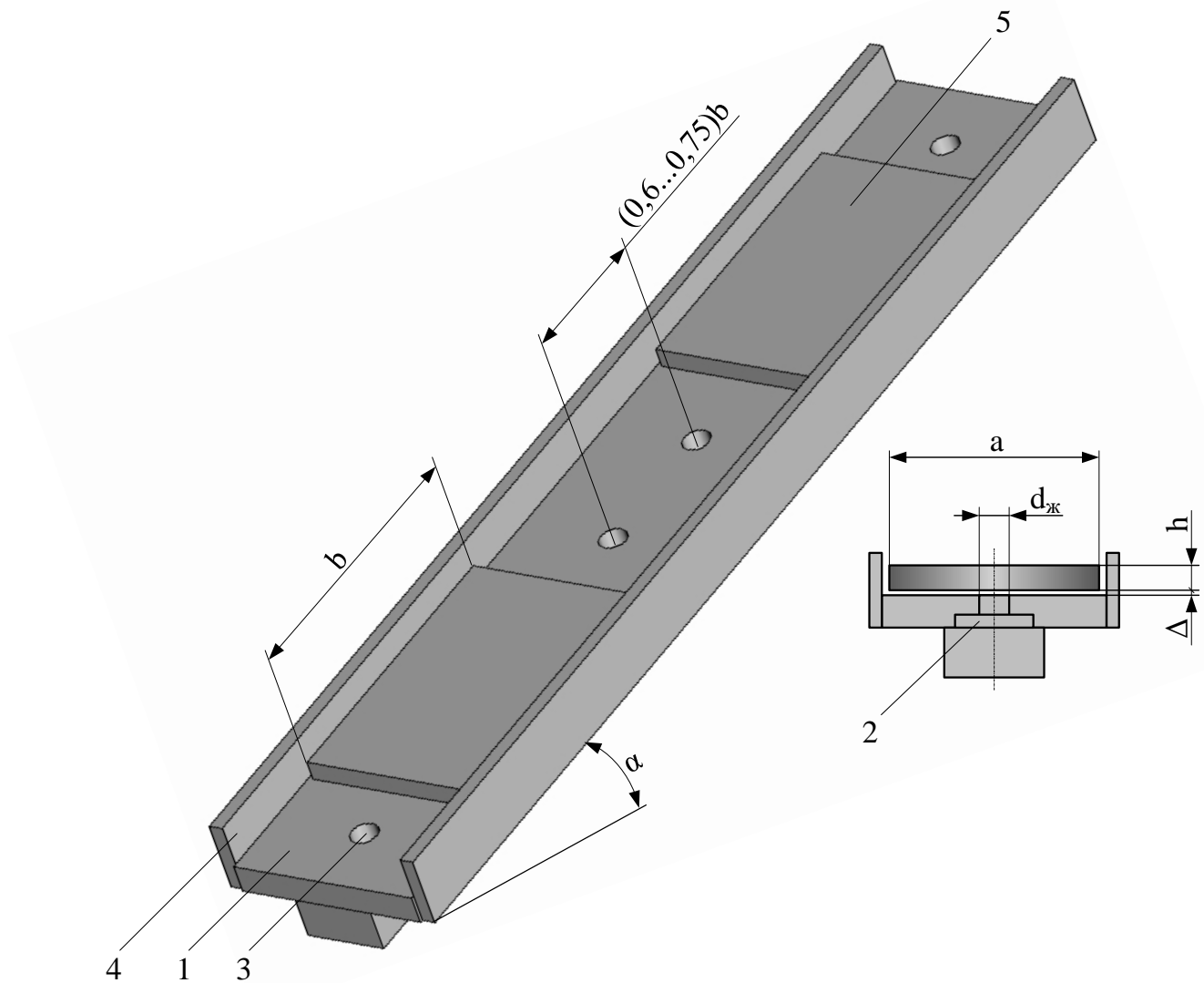


Рисунок 2.13 – Розрахункова схема ПнК

$$\Phi_{\text{пр}} = \frac{2ab(p_a^3 - p_2^3)}{3(p_a^2 - p_2^2)}, \quad (2.15)$$

де  $d$  — діаметр деталі або заготовки;

$a, b$  — розміри сторін деталі або заготовки,  $b$  вимірюється в напрямі переміщення;

$p_2$  — тиск повітря на виході живильного отвору (рис. 2.13);  $p_2 = 0,65 \cdot (p_a + p_{\text{пс}})$ ,

$p_{\text{пс}}$  — тиск повітря у пневмосистемі.

При параметрах шорсткості поверхонь заготовки або деталі та ПнК 1 (рис. 2.13) у межах  $R_z 10 \dots R_z 40$  товщина повітряної подушки дорівнює  $\Delta = 10 \dots 20$  мкм [2, 9]. Витрати повітря для створення останньої можна обчислити за наступними формулами:

$$\Phi_{\text{д}} = \frac{\pi \Delta^3 (p_2^2 - p_a^2)}{12 \eta p_a}, \quad (2.16)$$

$$\Phi_{\text{д}} = \frac{a \Delta^3 (p_2^2 - p_a^2)}{6 b \eta p_a}, \quad (2.17)$$

де  $\eta$  — значення коефіцієнту абсолютної в'язкості повітря.

Значення тиску в повітропровідному каналі 2 (рис. 2.13) може бути визначений наступним чином:

$$p_{\text{к}} = (\Phi - mg) \cdot B + p_2 - p_a. \quad (2.18)$$

Діаметр живильних отворів  $d_{\text{ж}}$  (рис. 2.13) може бути визначений наступним чином:

$$d_{\text{ж}} = \sqrt{\frac{\Delta^3 (p_2^2 - p_a^2)}{3 \eta v_{\text{п}} p_a}}, \quad (2.19)$$

де  $v_{\text{п}}$  — швидкість витікання повітря через живильні отвори [2, 9].

Живильні отвори діаметром  $d_{\text{ж}}$  необхідно розташовувати на відстані  $b = (0,6 \div 0,75)b$  один від одного (рис. 2.13). Напрямні 4 ПнК розташовуються таким чином, щоб забезпечити зазор між ПнК та виробом 5.

Несуча поверхня ПнК виконується похилою під кутом  $\alpha$  відносно площини горизонту (рис. 2.13), мінімальні значення якого розраховується за наступними формулами [2, 9]:

для деталей типу „диски”:

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{\pi d \Delta}{6 m g} \left( \frac{2 p_2^2}{p_2 + p_a} - p_a \right) \right) = \arcsin \left( \frac{2 \Delta}{3 d h \gamma g} \left( \frac{2 p_2^2}{p_2 + p_a} - p_a \right) \right), \quad (2.20)$$

для прямокутних деталей:

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{a b}{m g} (p_2 - p_a) \right) = \arcsin \left( \frac{p_2 - p_a}{h \gamma g} \right), \quad (2.21)$$

де  $\gamma$  — густина матеріалу деталі або заготовки.

$h$  — висота деталі або заготовки.

## 2.5 Висновки по розділу

1. Визначення параметрів для кожної групи ДТО вимагає окремого специфічного підходу для кожного випадку.
2. Формалізація визначення параметрів ДТО можлива.
3. Автоматизація розрахунку параметрів ДТО можлива після розроблення відповідного програмно-математичного забезпечення.



### 3 АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ДОПОМІЖНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

У розділах 2.2 — 2.4 дисертації були розглянуті методики розрахунку параметрів різних груп ДТО. Згідно з цими методиками у середовищі Microsoft Excel створено відповідне програмно-математичне забезпечення, яке дозволяє автоматизувати процес розрахунку параметрів ДТО. Структура цього програмно-математичного забезпечення наведена на рис. 3.1.

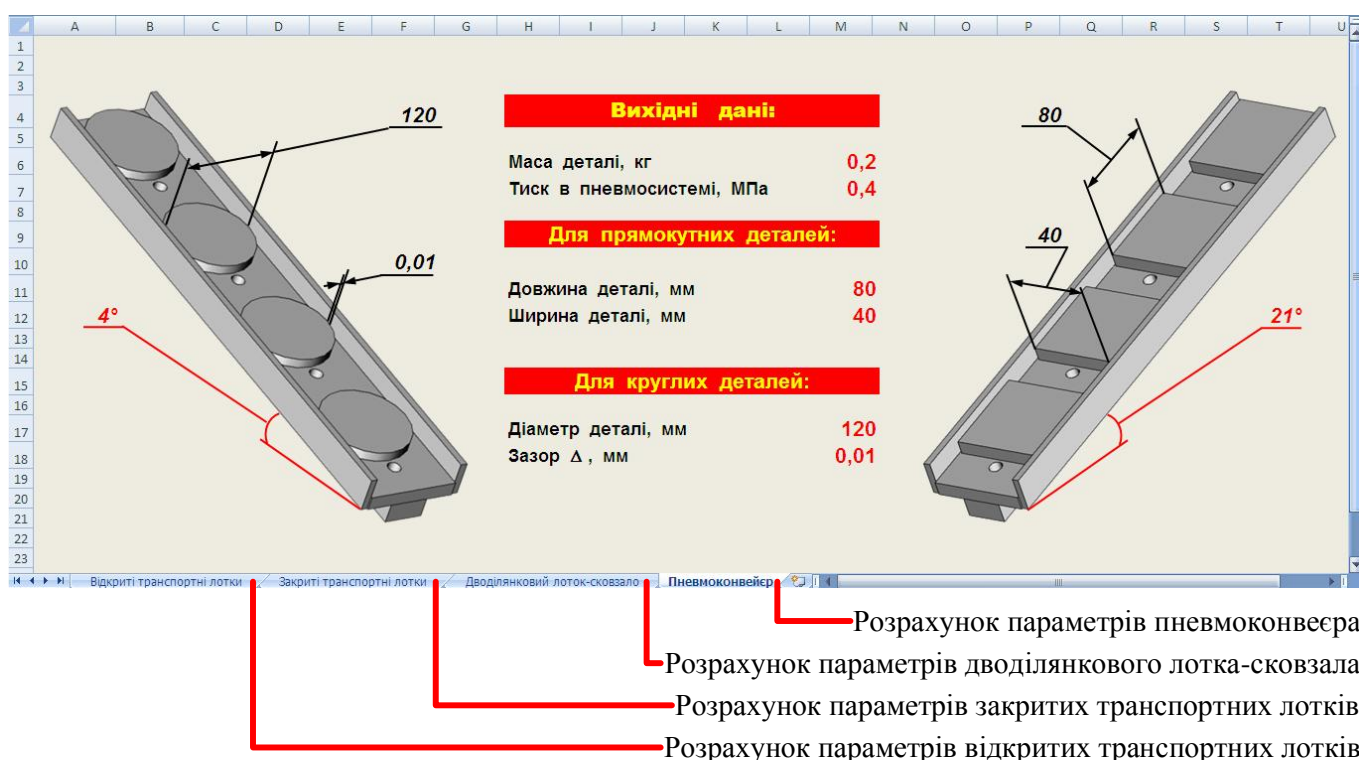


Рисунок 3.1 – Структура програмно-математичного забезпечення  
для розрахунку параметрів ДТО

Перехід від однієї до іншої групи ДТО здійснюється за допомогою вкладок аркушів (рис. 3.1). Цих вкладок аркушів всього 4:

- 1) розрахунок параметрів відкритих транспортних лотків;
- 2) розрахунок параметрів закритих транспортних лотків;
- 3) розрахунок параметрів дводілянкового лотка-сковзала;
- 4) розрахунок параметрів пневмоконвеєра.

### 3.1 Автоматизація розрахунку параметрів транспортних лотків

У розділі 2.2 дисертації була розглянута послідовність визначення параметрів ТЛ. Згідно з цією послідовністю у середовищі Microsoft Excel створена відповідна програма, яка дозволяє автоматизувати процедуру розрахунків параметрів ТЛ (перша та друга вкладки аркушів книги Excel).

Перша вкладка аркушів (рис. 3.2) призначена для розрахунку параметрів (висоти бортів) відкритих ТЛ.

Вихідні дані		Тип деталі	
Оберіть тип деталі	3	1	Циліндр
Діаметр деталі, мм:	100	2	Кільце
		3	Диск
		4	Циліндр з виступами на торцях
		5	Циліндр з однобічною порожниною
		6	3 цапфами, транспортування - по середній частині лотка
		7	3 цапфами, транспортування - на цапфах
Результати визначення:			
Висота бортів лотка, мм:	31		

Рисунок 3.2 – Автоматизований розрахунок параметрів відкритих ТЛ

Вихідними даними є тип деталі та діаметр деталі.

Коли конструкція деталі має цапфи, додатково треба ввести значення діаметру цапфи (рис. 3.3).

Друга вкладка аркушів (рис. 3.4) призначена для розрахунку параметрів (висоти бортів) закритих коробчастих ТЛ.

У цьому випадку необхідно ввести наступну вихідну інформацію:

- 1) довжину деталі;
- 2) діаметр деталі;
- 3) значення коефіцієнту тертя деталі о поверхню закритого коробчастого ТЛ.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3			<b>Вихідні дані</b>			<b>Тип деталі</b>	
4						1 Циліндр	
5		Оберіть тип деталі	6			2 Кільце	
6		Діаметр деталі, мм:	120			3 Диск	
7		Діаметр цапфи, мм	10			4 Циліндр з виступами на торцях	
8						5 Циліндр з однією порожниною	
9		<b>Результати визначення:</b>				6 3 цапфами, транспортування - по середній частині лотка	
10		Висота бортів лотка, мм:	54			7 3 цапфами, транспортування - на цапфах	
11							
12							
13							
14							

Рисунок 3.3 – Автоматизований розрахунок параметрів відкритих ТЛ для випадку, коли конструкція деталі має цапфи

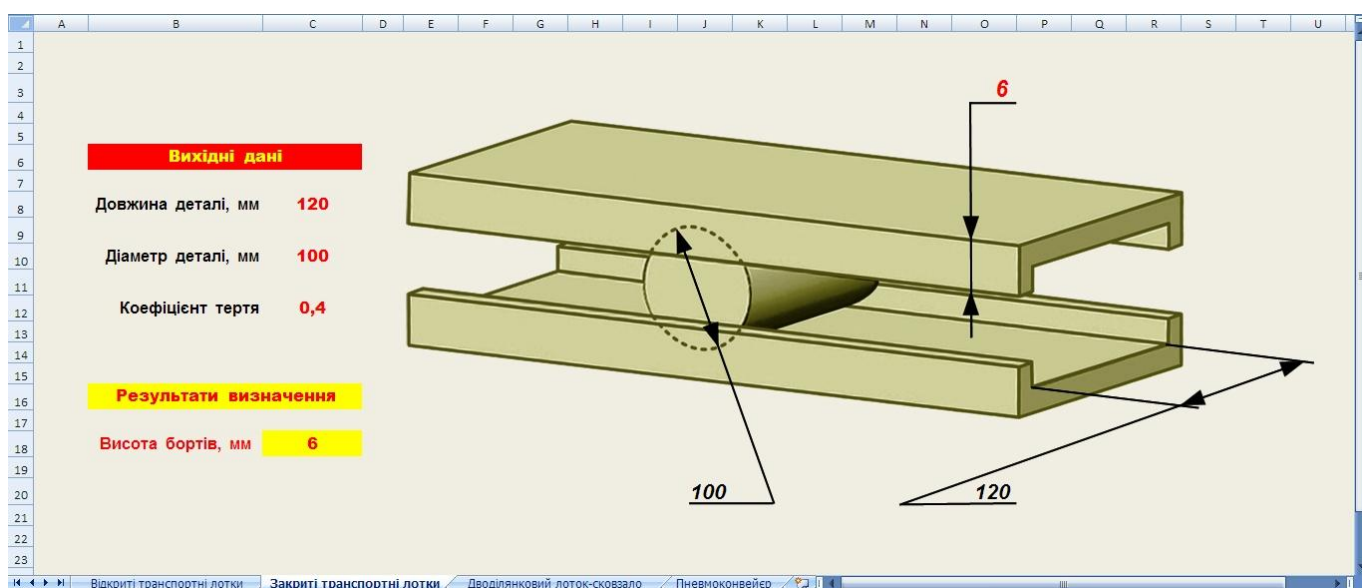


Рисунок 3.4 – Автоматизований розрахунок параметрів закритих коробчастих ТЛ

На рис. 3.5 наведено графік залежності висоти бортів  $H$  закритих коробчастих ТЛ від діаметру  $D$  та довжини  $L$  деталі для наступних умов:

- 1) матеріал деталі — Ст 3;
- 2) матеріал лотка — Сталь 45;
- 3) коефіцієнт тертя матеріалу деталі по матеріалу ТЛ  $f = 0,16$ .

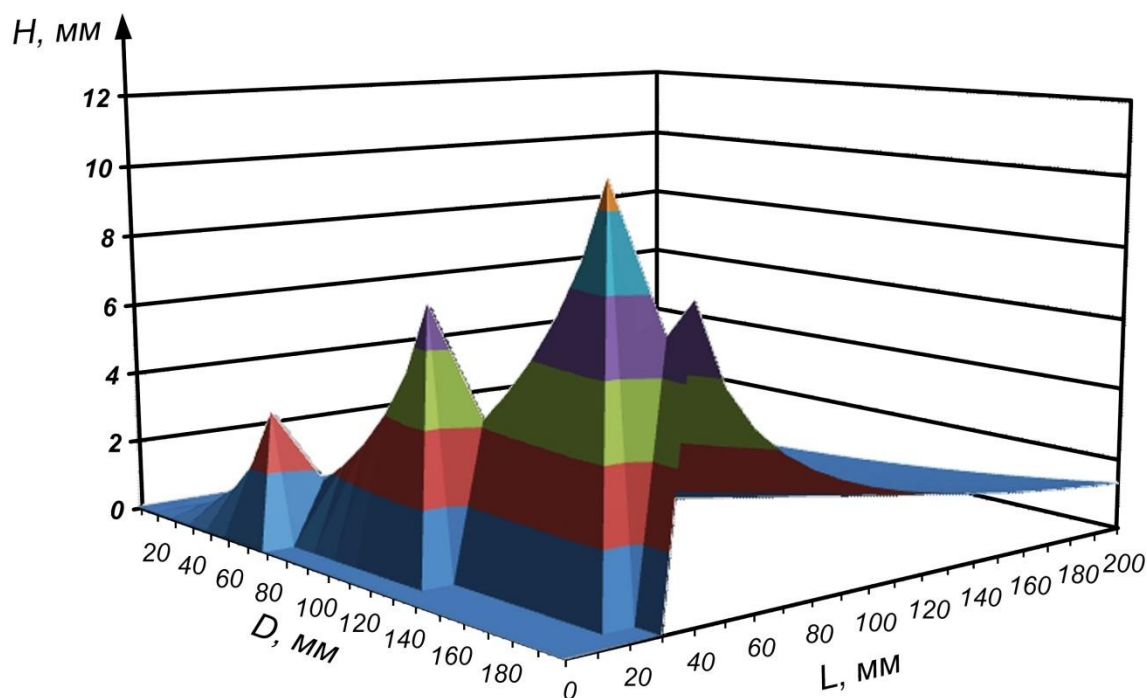


Рисунок 3.5 – Графік залежності висоти бортів  $H$  закритих коробчастих ТЛ від діаметру  $D$  та довжини  $L$  деталі

На рис. 3.6 наведено графік залежності висоти бортів  $H$  закритих коробчастих ТЛ від коефіцієнту тертя матеріалу деталі по матеріалу лотка  $f$ .

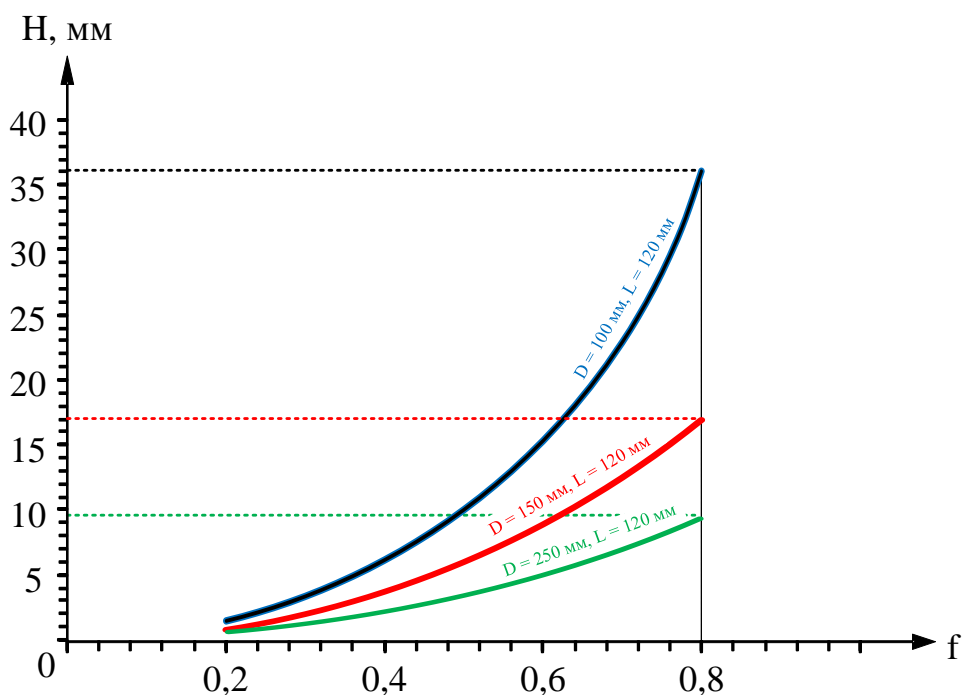


Рисунок 3.6 – Графік залежності висоти бортів  $H$  закритих коробчастих ТЛ від коефіцієнту тертя матеріалу деталі по матеріалу лотка  $f$

### 3.2 Автоматизація розрахунку параметрів дводілянкового лотка-сковзала

Третя вкладка аркушів (рис. 3.7) призначена для розрахунку параметрів дводілянкового ЛСк.

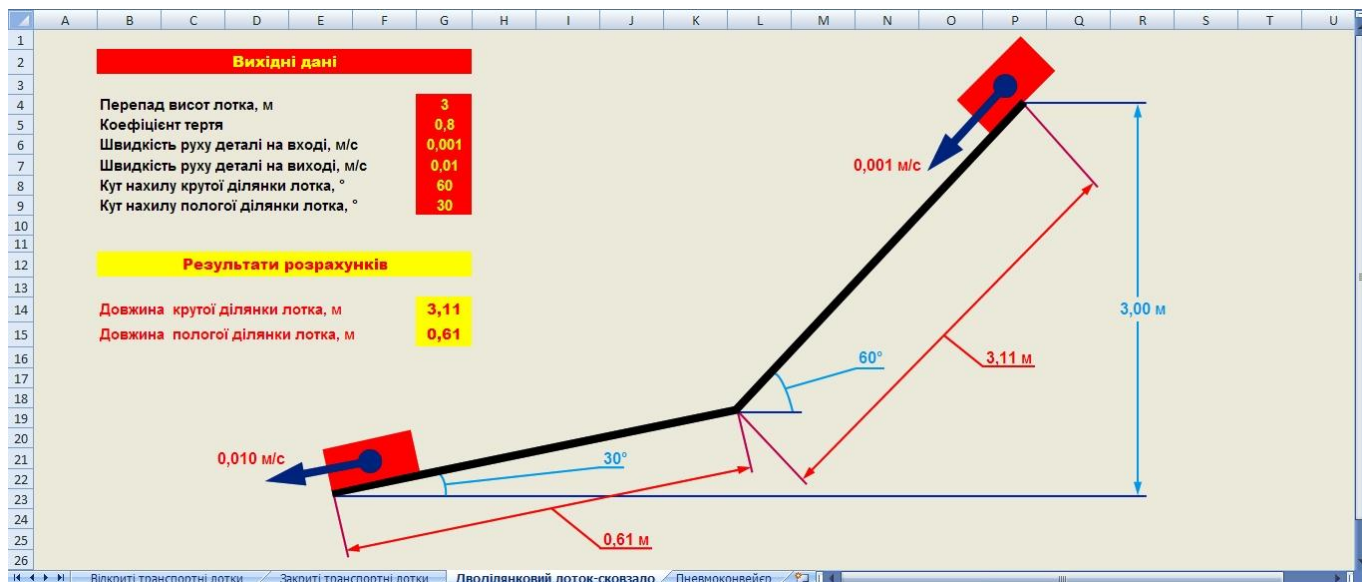


Рисунок 3.7 – Автоматизований розрахунок параметрів дводілянкового ЛСк

У цьому випадку необхідно ввести наступну вихідну інформацію:

- 1) перепад висот лотка ЛСк;
- 2) значення коефіцієнту тертя деталі о поверхню ЛСк;
- 3) швидкість руху деталі на вході ЛСк;
- 4) швидкість руху деталі на виході ЛСк;
- 5) кут нахилу крутої ділянки ЛСк;
- 6) кут нахилу пологої ділянки ЛСк.

Введені дані дублюються на розрахунковій схемі (рис. 3.7).

Вихідними параметрами є довжини крутої та пологої ділянок ЛСк.

На рис. 3.8 і 3.9 наведено графічні залежності довжин ділянок  $s_1$  і  $s_2$  від значень кутів нахилу ділянок  $\gamma_1$  і  $\gamma_2$ .

Дані залежності отримані для наступних умов:

- 1)  $h = 3$  м — перепад висот лотка;
- 2)  $f = 0,8$  — коефіцієнт тертя;

- 3)  $v_0 = 0,001$  м/с — швидкість руху деталі на вході до лотка-сковзала;
- 4)  $v_2 = 0,01$  м/с — швидкість руху деталі на виході з лотка-сковзала;
- 5)  $\gamma_1 = 30^\circ \div 48^\circ$  — діапазон зміни кута нахилу першої ділянки лотка-сковзала;
- 6)  $\gamma_2 = 60^\circ \div 74^\circ$  — діапазон зміни кута нахилу другої ділянки лотка-сковзала.

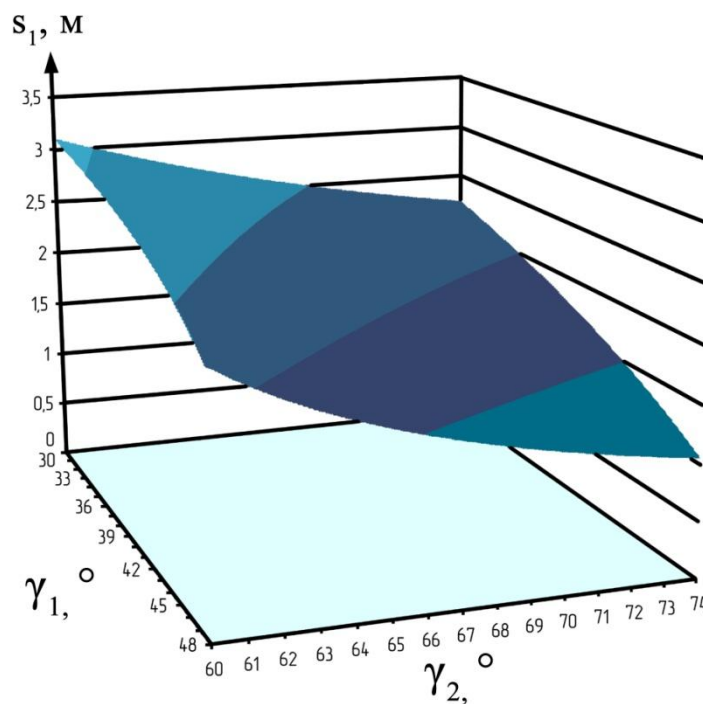


Рисунок 3.8 – Залежність довжини ділянки  $s_1$  від значень кутів нахилу  $\gamma_1$  і  $\gamma_2$

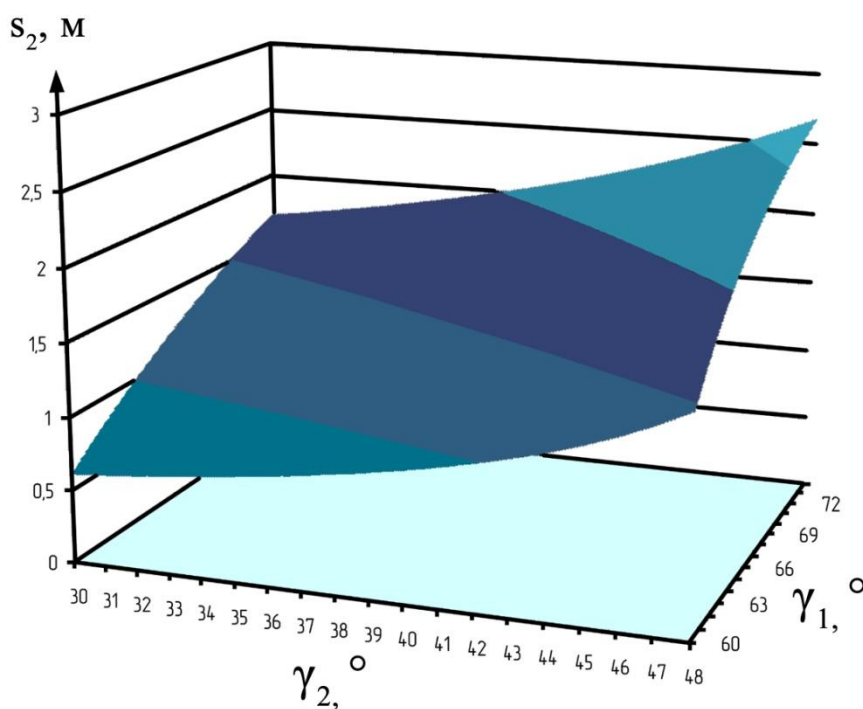


Рисунок 3.9 – Залежність довжини ділянки  $s_2$  від значень кутів нахилу  $\gamma_1$  і  $\gamma_2$



### 3.3 Автоматизація розрахунку параметрів пневмоконвейєра

Четверта вкладка аркушів (рис. 3.10) призначена для розрахунку параметрів ПнК. У цьому випадку необхідно ввести наступну вихідну інформацію:

- 1) масу деталі;
- 2) значення тиску в пневмосистемі.

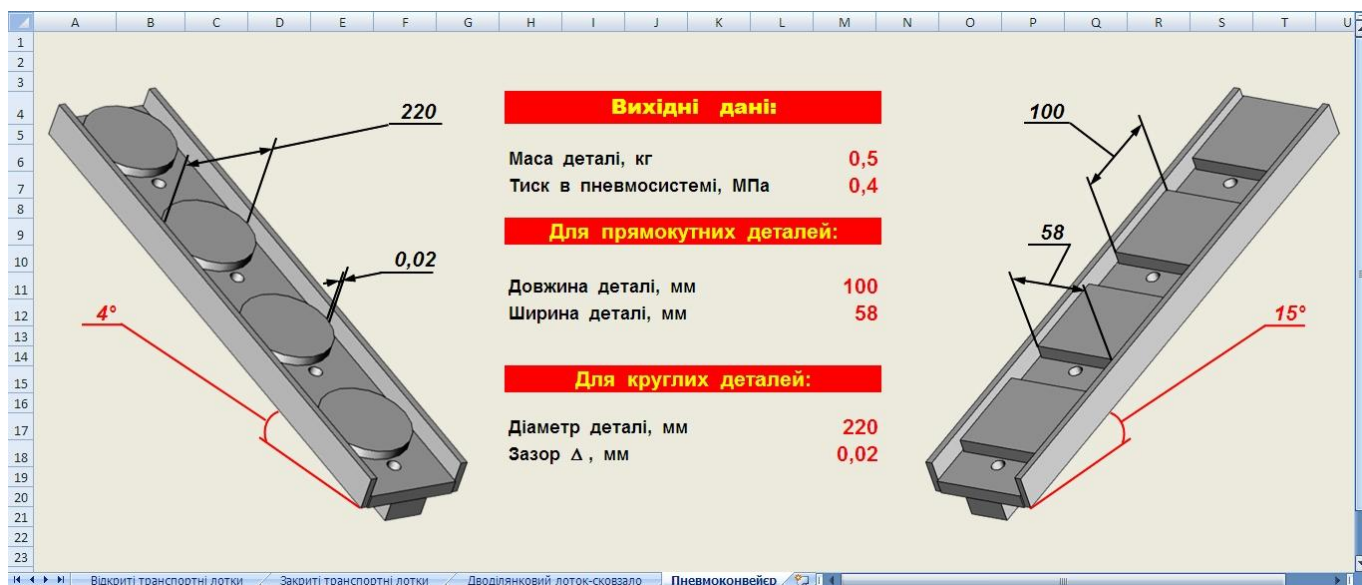


Рисунок 3.10 – Автоматизований розрахунок параметрів пневмоконвейєра

Для прямокутних деталей необхідно додатково ввести:

- 1) довжину деталі;
- 2) ширину деталі.

Для круглих деталей необхідно додатково ввести:

- 1) діаметр деталі;
- 2) величину зазору  $\Delta$  між деталлю та бортом ПнК.

Вихідним параметром є кут нахилу ПнК (рис. 3.10).

На рис. 3.11 наведені графіки залежностей мінімального куту нахилу ПнК до горизонту від висоти деталі, що були розраховані за залежностями (2.20) та (2.21).

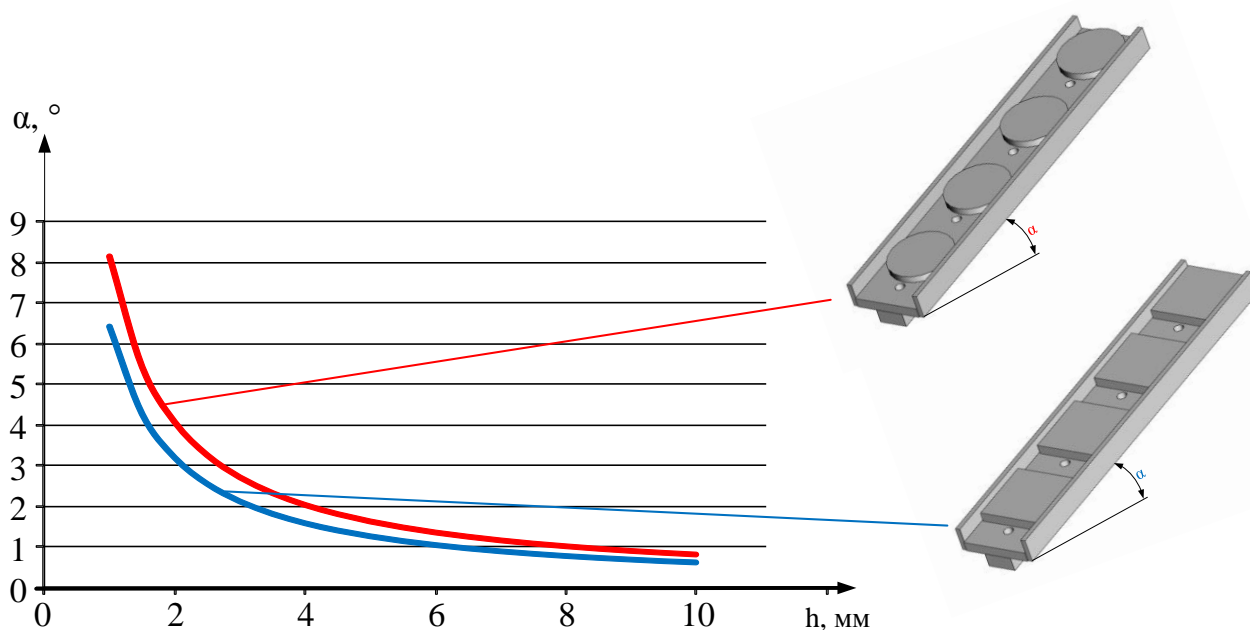


Рисунок 3.11 – Графіки залежностей мінімального куту нахилу ПнК до горизонту від висоти деталі

### 3.4 Висновки по розділу

У даному розділі була проведена перевірка працездатності запропонованої методики розрахунку параметрів ДТО. Результати перевірки повністю підтвердили працездатність та адекватність запропонованої методики розрахунку параметрів ДТО. Для автоматизації процесу розрахунку параметрів ДТО у середовищі Microsoft Excel було створено відповідний програмний продукт, використання якого надає багато переваг, серед основних будуть наступні:

- 1) значне зменшення ймовірності прийняття нерациональних рішень;
- 2) значне зменшення трудомісткості проектування нових ТП;
- 3) значне зменшення часу доступу до необхідної інформації про ДТО;
- 4) можливість оброблення необхідної інформації засобами Microsoft Excel;
- 5) необхідна інформація завжди „поруч” (смартфон, планшет, тощо);
- 6) можливість роботи з необхідною інформацією без виходу в Інтернет.



#### 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Даний розділ призначений для здійснення маркетингового аналізу стартап-проекту для визначення можливості ринкового впровадження останнього та визначення можливих напрямів його реалізації [17].

Мета стартап-проекту — зменшення трудомісткості проектування ТП виготовлення виробів машинобудування (таблиця 4.1).

Можливими напрямками застосування є ТПВ (таблиця 4.1).

Основні вигоди, що може отримати користувач товару — підвищення ступеня обґрунтованості прийняття проектних рішень та зменшення вірогідності прийняття нераціональних рішень при задач розрахунку параметрів ДТО (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Зменшення трудомісткості проектування нових ТП виготовлення деталей машинобудування	Технологічне підготування виробництва	Підвищення ступеня обґрунтованості прийняття проектних рішень та зменшення вірогідності прийняття недоцільних рішень при вирішенні задач розрахунку параметрів ДТО

Визначення слабких, сильних та нейтральних характеристик ідеї цього стартап-проекту зведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Визначення слабких, сильних та нейтральних характеристик ідеї стартап-проекту

№ з/п	Технікоекономічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Dassaults Systemes	Siemens PLM Software			
1	Трудомісткість проектування нових ТП	–	+	+	+	–	–
2	Вірогідність прийняття помилкових рішень при проектуванні	–	+	+	+	–	–
3	Швидкість доступу до необхідної інформації	–	–	–	+	–	–
4	Можливість роботи з інформацією без використання Інтернет	+	–	–	–	–	–
5	Можливість оброблення інформації у Microsoft Excel	+	–	–	–	–	–
6	Можливість роботи на смартфонах, планшетах тощо	+	+	+	+	–	–

Необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати запропоновану ідею проекту (технологія створення товару) [17].

Для визначення технологічної реалізації ідеї проекту необхідно провести аналіз трьох складових (таблиця 4.3):

- 1) яка технологія буде використовуватися при виготовленні товару згідно ідеї цього стартап-проекту?
- 2) чи існують такі технології, або їх необхідно розробити або доробити?
- 3) чи є доступні авторам стартап-проекту такі технології?

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ з/п	Ідея проекту	Технології для реалізації ідеї	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Створення програмного забезпечення для розрахунків параметрів ДТО	Середовище Microsoft Excel	Наявні	Доступні
2		Середовище Microsoft Excel	Наявні	Доступні
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: середовище Microsoft Excel				

За результатами аналізу таблиці 4.3 можна зробити наступний висновок: технологічна реалізація даного проекту можлива у середовищі Microsoft Excel, яке є доступним та безкоштовним на ринку.

Визначення ринкових можливостей, які можливо використовувати в процесі ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, що можуть перешкоджати реалізації проекту, дозволить спланувати напрямки розвитку цього проекту з урахуванням сучасного стану ринкового середовища, потреб можливих клієнтів і пропозицій існуючих проектів-конкурентів [17].

Спочатку треба провести аналіз попиту на обсяг, наявність попиту та динаміку розвитку ринку (таблиця 4.4). Згідно з результатами аналізу таблиці 4.4, можна зробити наступний висновок: згідно з попереднім оцінюванням, ринок є сприятливим для входження. Далі необхідно визначити потенційні групи клієнтів, характеристики останніх, та сформулювати перелік вимог до товару (таблиця 4.5).

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ з/п	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців	Невідомо
2	Загальний обсяг продаж	Невідомо
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Відсутність досвіду у сфері розроблення стартап-проектів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	—
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	51%

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ з/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Надійність	Машинобудівні підприємства	Використання в реальних умовах в процесі ТПВ	Достовірність інформації  Можливість періодичного оновлення
2	Вартість	Вищі навчальні заклади	Використання у навчальному процесі	Легкий доступ  Простота у використанні  Привабливий вигляд

Після завершення визначення потенційних груп клієнтів необхідно провести аналіз ринкового середовища: складаємо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню даного проекту, факторів, які йому можуть перешкоджати (таблиці 4.6 — 4.7). Фактори в таблиці наведено в порядку зменшення значущості [17].

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№ з/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція
1	Недовіра	Недовіра до нового продукту на ринку	Вибір існуючого товару конкурента Фінансування існуючого товару відомими фірмами
2	Не досконалість	Визначення недосконалості у продукті в порівнянні із продуктом конкурентів	Перегляд впроваджуваного продукту Усунення недоліків Перероблення продукту та заміна на новий
3	Підвищення конкуренції	Поява в асортименті конкурентів подібної продукції	Патентування продукту Створення унікального дизайну Зменшення вартості продукту Подовження гарантії на продукт

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ з/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція
1	Збільшення асортименту	Виготовлення нових продуктів	Збільшення асортименту продуктів за рахунок розроблення та впровадження у виробництво нових програмних продуктів
2	Стандартизація	Впровадження нових стандартів	Дослідження у реальних виробничих умовах, обґрунтування доцільності щодо використання та переваг

Далі необхідно провести аналіз пропозицій шляхом визначення загальних рис конкуренції на сучасному ринку (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на сучасному ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1. Тип конкуренції	Олігополістична	Зацікавлення новітнім якісним та оригінальним продуктом
2. Рівень конкурентної боротьби	Локальна	Вихід на міжнародний промисловий ринок
3. За галузевою ознакою	Внутрішньогалузева	Підтвердження якості нового продукту
4. Конкуренція за видами товарів	Товарно-видова	Підтвердження оригінальності нового продукту
5. За характером конкурентних переваг	Цінова	Адекватність вартості нового продукту
6. За інтенсивністю	Марочна	Розвиток марки/бренда

Після аналізу конкуренції необхідно провести більш ретельний аналіз умов конкуренції у галузі (згідно з аналізом п'яти сил Портера, таблиця 4.9) [17].

Згідно з результатами аналізу таблиці 4.9 можна зробити висновок відносно принципової рентабельності на ринку згідно з конкурентною ситуацією. Після цього формується висновок про характеристики (сильні сторони), що повинен мати проект для того, щоб мати реальну конкурентоспроможність на ринку. Другий висновок повинен враховуватися при формулюванні переліку факторів щодо конкурентоспроможності [17].

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за Майклом Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти у галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Dassaults Systèmes, Siemens PLM Software	Бар'єри входження на ринок є порівняно незначними	Чітка залежність від постачальників відсутня	У клієнтів є широка географія	Товари-замінники відсутні
Висновки	Інтенсивність конкурентної боротьби на міжнародному ринку є підвищеною	Цей продукт є конкурентоспроможним та має можливість виходу на ринок, потенційних конкурентів мало	Ціна та виготовлення продукту не залежать від постачальників	Клієнти не висувають умов та обирають з того, що мають	Обмежень щодо товарів-замінників не існує

Висновок: товарі-замінників продукту не існує, конкуренція на міжнародному ринку існує, але продукт перспективний, конкурентоспроможний та має можливість реального виходу на ринок. На основі проведеного аналізу конкуренції (таблиця 4.9), з урахуванням характеристик ідеї даного проекту (таблиця 4.2), вимог споживачів щодо товару (таблиця 4.5) і факторів маркетингового середовища (таблиці 4.6 — 4.7) обґрунтовується та визначається множина факторів конкурентоспроможності. Даний аналіз наведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ з/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Недовіра новому	Недовіра на ринку до нового продукту
2	Недосконалість	У порівнянні з продуктом конкурента виявлення недосконалості у продукті
3	Підвищення конкуренції	В асортименті конкурентів поява аналогічної продукції
4	Розширення асортименту	Виготовлення інших продуктів
5	Стандартизація	Впровадження нових стандартів
6	Виконання підрядних робіт	Модернізація та оновлення продукту для компаній-виробників

За вищенаведеними факторами конкурентоспроможності (таблиця 4.10) проводиться аналіз слабких і сильних сторін стартап-проекту (таблиця 4.11).

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз слабких і сильних сторін стартап-проекту

№ з/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1 – 20	Рейтинг товарів-конкурентів (у порівнянні)						
			–3	–2	–1	0	+1	+2	+3
1	Недовіра новому	14							+
2	Недосконалість	12	+						
3	Підвищення конкуренції	14		+					
4	Розширення асортименту	18							+
5	Стандартизація	9				+			
6	Виконання підрядних робіт	18							+

SWOT-аналіз (матриці аналіз слабких (Weak) і сильних (Strength) сторін, можливостей (Opportunities) і загроз (Troubles)) — є фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження нового проекту. На основі виділених слабких і сильних сторін, можливостей і ринкових загроз (таблиця 4.11) складається таблиця 4.12 [17].

Перелік ринкових можливостей та ринкових загроз складається на основі результатів аналізу факторів можливостей і факторів загроз маркетингового середовища. Ринкові можливості та ринкові загрози — це наслідки (прогнозовані результати) впливу факторів. На відміну від них, вони не є реалізованими на сучасному ринку і мають певну вірогідність здійснення [17].



Таблиця 4.12 – SWOT-аналіз проекту

Сильні сторони: підвищена якість та надійність роботи продукту; зменшення трудомісткості проектування.	Слабкі сторони: конкуренція на міжнародному рівні; замалий досвід у порівнянні із конкурентами; замалий обсяг напрацювань.
Можливості: розширення асортименту; зменшення вартості.	Загрози: недовіра всьому новому.

На результатах SWOT-аналізу розроблюються альтернативи ринкової поведінки та перелік заходів для введення стартап-проекту на сучасний ринок та приблизний оптимальний час його реалізації, орієнтовно на потенційні проекти існуючих конкурентів, які можуть бути введені на ринок (аналіз потенційних конкурентів) (таблиця 4.9). З точки зору термінів та вірогідності отримання ресурсів проводиться аналіз визначених альтернатив (таблиця 4.13) [17].

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження

№ з/п	Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Терміни реалізації
1	Дообрацювання, усунення недоліків	+	від 1-го до 3-х місяців
2	Оприлюднення та публікація результатів апробації	+	від 1-го до 3-х місяців
3	Фінансова підтримка Вищих навчальних закладів	+	від 1-го до 18-ти місяців
4	Популяризація та реклама	+	від 12-ти до 36-ти місяців

Перший крок розроблення ринкової стратегії повинен передбачати визначення реальної стратегії охоплення ринку [17].

Для визначення реальної стратегії охоплення ринку необхідно систематизувати цільові групи потенційних споживачів (таблиця 4.14).

Таблиця 4.14 – Цільові групи потенційних споживачів

№ з/п	Профіль цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів прийняти продукт	Прогнозований попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції у галузі	Простота входу у галузь
1	Професійна група	±	+	+	±
2	Напівпрофесійна група	+	+	+	+
3	Аматорська група	+	±	-	+
Обрані цільові групи: стратегія диференційованого маркетингу					

Для роботи у обраних сегментах сучасного ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (таблиця 4.15) [17].

Таблиця 4.15 – Базова стратегія розвитку

№ з/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції щодо обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1		Стратегія диференційованого маркетингу	Розширення лінійки виробів	Стратегія диференціації

Наступний крок — вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 4.16) [17].

Таблиця 4.16 – Базова стратегія конкурентної поведінки

Чи є проект „піонером” на ринку?	Чи буде компанія забирати існуючих споживачів у конкурентів, або шукати нових?	Чи буде компанія дублювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
Так	Шукати нових	Буде, стандартизовані характеристики	Наслідування лідера

На основі аналізу вимог споживачів до постачальника (стартап-компанії) і до продукту (таблиця 4.5), а також, у залежності від визначених базової стратегії розвитку і стратегії (таблиця 4.15) конкурентної поведінки (таблиця 4.16) проводиться розроблення стратегії позиціонування (таблиця 4.17), яка полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за якою споживачі будуть мати можливість ідентифікувати торгівельну марку або проект [17].

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
Надійність якості, зручність у користуванні	Стратегія диференціації	Простота у користуванні, оригінальність, періодичне оновлення	1) цінова політика; 2) новизна виробу; 3) якість продукту.

Перший крок розроблення маркетингової програми стартап-проекту — формування маркетингової концепції товару, що повинен отримати споживач. Для цього у таблиці 4.18 зводяться результати попереднього аналізу конкурентоспроможності нового товару. Після цього необхідно розробити трирівневу маркетингову модель товару: уточнюється ідея продукту та (або) послуги, фізичні складові товару, особливості процесу надання (таблиця 4.19) [17].

Таблиця 4.18 – Визначення основних переваг концепції потенційного товару

№ з/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Легкий доступ до даних	Розширення аудиторії користувачів	Популярність серед користувачів
2	Можливість зміни даних	Розширення аудиторії користувачів	Популярність серед користувачів
3	Низька вартість	Розширення аудиторії користувачів	Популярність серед користувачів

Таблиця 4.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові	
I. Товар за задумом	Продукт являє собою програмне забезпечення для розрахунку параметрів ДТО	
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	
	Якість виготовлення	
	Якість: адаптація, тестування	
	Пакування: стильний оригінальний дизайн	
	Марка: назва підприємства-розробника	
III. Товар із підкріпленням	До продажу:	
	Після продажу: гарантійне обслуговування, періодичне оновлення	
За рахунок цього новий товар буде захищений від копіювання: реєстрація корисної моделі, винаходу, торгової марки, промислового зразка.		

Далі необхідно визначити цінові межі, якими необхідно буде керуватись при встановленні вартості потенційного товару (остаточне визначення вартості відбувається в процесі фінансово-економічного аналізу проекту). Воно передбачає аналіз вартості товарів-аналогів, аналіз рівня доходів споживачів (таблиця 4.20).

Даний аналіз проводиться із використанням експертного методу [17].

Таблиця 4.20 – Визначення меж встановлення вартості

Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
Від 700\$	Від 600\$	120-190\$

Наступний крок — це визначення оптимальної системи збуту. В цих межах і буде приймається рішення (таблиця 4.21):

- проведення збуту за рахунок власних сил або залучення посередників (власна або залучена система збуту);
- обґрунтування та вибір оптимальної глибини каналів збуту;
- обґрунтування та вибір видів посередників [17].

Таблиця 4.21 – Формування системи збуту

№ з/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1		Збут за разенок власних сил	міжнародний	структурована
2	Збут через дилерів	Зберігання, оновлення, консультації	міжнародний	структурована

Остання складова маркетингової програми — розроблення концепції маркетингових комунікацій, яка спирається на обрану попередню основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 4.22) [17].

Таблиця 4.22 – Розроблення концепції маркетингових комунікацій

№ з/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, що обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Пошук аналогів	Мережа Інтернет	Програмно-математичне забезпечення	Новизна	Якість, характеристики, ціна

На основі аналізу даного стартап-проекту можна зробити наступний висновок: останній має багато перспектив стати успішним проектом. Основну роль у даному стартап-проекті має фактор новизни на ринку — це може швидко привернути увагу потенційних покупців та знизити рівень конкуренції на початкових етапах. Основна небезпека — це незадовільнення деяких вимог споживачів, які придбають новий продукт — це може звести нанівець всі зусилля, які були прикладені в процесі створення продукту. Тому цей стартап-проект повинен бути дуже ретельно пророблений, неодноразово перевірений на працездатність та протестований у реальних промислових умовах. У тому випадку, якщо буде мати місце вдалий вихід на ринок, можуть бути відкриті великі перспективи щодо розвитку даного стартап-проекту, наприклад, співпраця з відомими приладо- та машинобудівними підприємствами.

## ВИСНОВКИ

Результати досліджень, які були проведені під час роботи над магістерської дисертацією, повністю підтвердили працездатність і адекватність запропонованої методики розрахунку параметрів ДТО.

Для автоматизації процесу розрахунку параметрів ДТО у середовищі Microsoft Excel було створено відповідний програмний продукт, використання якого може надати проектувальникам багато переваг, серед основних будуть наступні:

- 1) значне зменшення ймовірності прийняття нерациональних рішень;
- 2) значне зменшення трудомісткості проектування нових ТП;
- 3) значне зменшення часу доступу до необхідної інформації про ДТО;
- 4) можливість оброблення необхідної інформації засобами Microsoft Excel;
- 5) необхідна інформація завжди „поруч” (смартфон, планшет, тощо);
- 6) можливість роботи з необхідною інформацією без виходу в Інтернет.

Запропонована методика автоматизованого розрахунку параметрів ДТО потребує подальшого доопрацювання.

Створений програмний продукт для автоматизованого розрахунку параметрів ДТО може бути використаний студентами машинобудівних спеціальностей в процесі дипломного або курсового проектування.



Сертифікат учасника міжнародної конференції





[illegible]

M. Wilson

Science and Education Ltd  
Sheffield  
UK

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <http://maytec.com.de/>.
2. <http://tc.kpi.ua/content/book2005/book1/>.
3. <https://adeptconveyor.com.au/>.
4. <https://www.bastiansolutions.com/>.
5. <https://www.bofabconveyor.se/>.
6. <https://www.dornerconveyors.com/>.
7. <https://www.toyotaforklift.com/automation>.
8. Автоматизация дискретного производства/ Б.Е. Бонев, Г.Й. Бохачев, И.К. Бояджиев и др.; Под общ. ред. Е.И. Семенова, Л.И. Волчкевича. М.: Машиностроение, 1987; София: Техника, 1987. — 376 с.
9. Елементи робототехнічних пристроїв і модулі ГВС: Підручник/ Л.С. Ямпольський, М.М. Поліщук, М.М. Ткач. — К.: Вища школа, 1992. — 431 с.
10. Камышный Н. И. Автоматизация загрузки станков. — М.: Машиностроение, 1977. — 288 с.
11. Когунь А.В., Лапковський С.В. Основні задачі автоматизації виробництва// Materials of the XIII International scientific and practical conference “Conduct of modern science — 2019”. Volume 11. Sheffield. Science and education LTD, p. 29 — 31.
12. Когунь А.В., Лапковський С.В. Розрахунок дводілянкового лотка-сковзала// Materiály XV mezinárodní vědecko-praktická konference “Zprávy vědecké ideje — 2019”. Vol. 7. Praha. Publishing House „Education and Science” — 2019. Str. 43 — 47.
13. Когунь А.В., Лапковський С.В. Сучасні проблеми автоматизації виробництва// Materials of the XIII International scientific and practical conference “Conduct of modern science — 2019”. Volume 11. Sheffield. Science and education LTD, p. 32 — 34.
14. Лапковський С.В., Попов Д.Є, Солдатова М.О. Технологічність деталей в умовах автоматизованого виробництва// Вестник Национального технического университета Украины “Киевский политехнический институт”: Машиностроение/ — К.: НТУУ “КПИ”, 2010. — № 58, С. 103 — 108.

15. Основы автоматизации производства/ В.С. Терган, И.Б. Андреев, Б.С. Либерман. — М.: Машиностроение, 198. — 269 с.
16. Рабинович А. Н. Автоматическое ориентирование и загрузка штучных деталей. — К.: Техника, 1968. — 292 с.
17. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей/ За заг. ред. О.А. Гавриша. — Київ : НТУУ «КПІ», 2016. — 28 с.
18. Яхимович В. А. Транспортно-загрузочные и сборочные устройства и автоматы. — К.: Техника, 1974. — 144 с.